

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УО «Витебский государственный медицинский университет»
Кафедра ботаники и экологии

Н.П.КУЗНЕЦОВА

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Учебно-методический комплекс

Рекомендовано Учебно-методическим объединением Республики Беларусь по медицинскому образованию по специальности высшего образования 1-790108 «Фармация» в качестве учебно-методического пособия для студентов высших учебных заведений.

Витебск, 2012

УДК 574+502.3(076.5)
ББК 28.08я73
К 89

Рецензенты:

зав. каф. гигиены и экологии УО «Витебский государственный медицинский университет», д.м.н. И.И.Бурак

зав.каф. экологии и охраны природы УО «Витебский государственный университет им. П.М.Машерова», доцент И.А.Литвенкова

Кузнецова Н.П.

К 89 Основы экологии и охрана природы. Учебно-методический комплекс:
/ Н.П. Кузнецова. – Витебск: ВГМУ, 2012. – 165 с.

ISBN 978-985-466-561-0

Учебно-методический комплекс «Основы экологии и охрана природы» составлен в соответствии с типовой учебной программой по этой дисциплине для высших учебных заведений по специальности 1-790108 – Фармация (Минск 2010). УМК предназначен для студентов второго курса дневной формы обучения фармацевтического факультета ВГМУ, содержит примерный тематический план, лекционный материал, кратко представляющий основные положения биологической экологии, а также важнейшие экологические проблемы Беларуси и пути их решения, методические указания к выполнению лабораторных занятий, вопросы и список литературных источников для подготовки к занятиям, тесты для самоконтроля, перечень тем для рефератов.

УДК 574+502.3(076.5)
ББК 28.08я73

© Кузнецова Н.П. 2012
© УО «Витебский государственный
медицинский университет», 2012

ISBN 978-985-466-561-0

ВВЕДЕНИЕ. Образование в области охраны окружающей среды должно способствовать формированию экологической культуры, бережного отношения к окружающей среде, осознанию необходимости ее охраны и рационального использования.

Особенности содержания курса «Основы экологии и охраны природы» на фармацевтическом факультете медицинского университета определяются потребностью будущих провизоров в знании не только законов факториальной экологии, но и ряда частных проблем, таких как зависимость накопления биологически активных веществ в лекарственных растениях от экологических условий произрастания, рациональная эксплуатация популяций лекарственных растений, обеспечение экологической безопасности фармацевтического производства, экологической сертификации фармпродукции и др.

Цель преподавания дисциплины:

формирование у будущих специалистов знаний, умений и навыков оценки и контроля антрополического воздействия на окружающую среду, организации деятельности по управлению экологической безопасностью, утверждение нравственно-экологических убеждений, экологического мышления, приобретение опыта природоохранного просвещения.

Задачи преподавания дисциплины:

- усвоение знаний в области охраны окружающей среды и практического опыта решения проблем в данной области;
- формирование ценностных ориентаций экологического характера и привычек экологоцелесообразной деятельности;
- развитие у студентов способности к причинно-следственному анализу ситуаций и явлений в системе "человек - общество - природа" и выбору способов решения экологических проблем.

Требования к подготовке студента по окончании изучения дисциплины

Студент должен **знать**:

- основные современные проблемы окружающей среды и модель устойчивого развития;
- законы, определяющие структуру и функционирование экосистем, биосферную и ноосферную концепцию;
- основные причины и пути загрязнения окружающей среды и способы предотвращения негативных последствий антрополического воздействия на природу и здоровье людей;
- современное состояние природной среды и организацию охраны природы в Беларуси.

Студент должен **уметь**:

– использовать законодательные и нормативные документы по вопросам охраны окружающей среды в своей профессиональной деятельности;

– составлять акты отбора проб воды, воздуха, почвы;

– проводить просветительские беседы на экологические темы с населением и сотрудниками.

Содержание программы представлено двумя разделами. Первый раздел «Основы экологии» является фундаментальным для изучения всех последующих тем дисциплины. Второй раздел – «Основы охраны природы» содержит сведения прикладного характера в области окружающей среды.

Контроль подготовки студентов, качества обучения осуществляется путем устных, письменных и тестовых опросов в процессе лабораторных занятий и коллоквиума. Итоговое занятие (зачет) проходит в виде компьютерного тестирования.

На изучение дисциплины «Основы экологии и охраны природы» отводится 57 часов, из них 38 часов – аудиторные занятия, 19 часов – самостоятельная работа студентов.

ПРИМЕРНЫЙ ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

Наименование раздела, темы	Количество аудиторных часов	
	лекций	лабораторных
1	2	3
1. Основы экологии	8	12
1.1. Введение. Экология и охрана природы.	2	2
1.2. Важнейшие абиотические факторы.	2	2
1.3. Экологическая ниша. Основные среды жизни.	2	2
1.4. Биотические факторы. Демэкология. Динамика экосистем.	2	6
2. Основы охраны природы	8	10
2.1. Экологическая безопасность и устойчивое развитие.	2	2
2.2. Влияние промышленного загрязнения на окружающую среду.	2	2
2.3. Современное состояние природной среды Беларуси.	2	2
2.4. Медико-экологические проблемы Беларуси.		
Охрана природы в Республике Беларусь.	2	4
Всего часов	16	22

Занятие 1

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

уяснить взаимосвязь экологии и охраны природы. Усвоить основные понятия факториальной экологии.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. **Экология и охрана природы:** цель, задачи, методы, разделы экологии, связь с другими дисциплинами. Экология как наука о закономерностях взаимоотношений организмов между собой и со средой на организменном, популяционно-видовом, биогеоценотическом и биосферном уровнях. Воздействие человека на природу на различных этапах НТР. Экология как научная основа охраны природы.

2. **Общие закономерности действия экологических факторов на организмы:** понятие «экологический фактор», классификации экологических факторов, экологические ресурсы, закон оптимума, экологическая валентность, концепция пределов толерантности, констелляция факторов, дополнения к закону толерантности, экологические ряды, экологический спектр вида. Биологический ритм.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 5-20.
2. Радкевич В.А. Экология. – Минск: Вышэйшая школа, 1996.– С. 21- 29.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 1)

1.1. Экология – наука, исследующая закономерности жизнедеятельности организмов (в любых ее проявлениях, на всех уровнях интеграции) в их естественной среде обитания с учетом изменений, вносимых в среду деятельностью человека. В настоящее время хорошо выделились две части экологии: 1 - техническая экология, т.е. изучение

техногенной среды обитания человека, 2 - биологическая экология, главным объектом которой являются взаимодействия живых организмов между собой и с окружающей средой. Экология является научной основой (фундаментальной) для прикладной науки "охрана окружающей среды".

Предметом изучения экологии являются биологические макросистемы (уровень выше организменного) и их динамика во времени и пространстве.

Одна из важнейших целей экологии – на основе изучения механизмов интеграции организмов в макросистемы, законов развития и существования биогеоценозов разработать научно обоснованные методы сохранения биологического разнообразия планеты.

Главные задачи - изучить законы взаимодействия организмов, энергетики экосистем, предложить методы рационального использования, воспроизводства и охраны ресурсов водных и наземных организмов, разработать пути управления популяциями хозяйственно-ценных, индикаторных и редких видов.

Экология относится к общим биологическим наукам. Выделяют ряд дисциплин по изучаемым объектам: экология животных, экология растений, экология насекомых, экология лесных пород и т. д. В структуре современной экологии различают четыре раздела. **Аутэкология** изучает взаимоотношения особей с внешней средой. Основное внимание при изучении экологии особей уделяется биохимическим реакциям, интенсивности газообмена, водного обмена и другим физиологическим процессам, определяющим состояние организма. Используются сравнительно-экологический и эколого-географический методы, сопоставляются состояние и реакция организма на внешние воздействия в различные периоды жизни (суточная, сезонная активность). **Демэкология** изучает популяции – элементарные надорганизменные макросистемы. Важнейшей задачей ее является выяснение условий, при которых формируются популяции, а также изучение внутрипопуляционных группировок и их взаимоотношений, организации (структуры), динамики численности популяций. **Эйдэкология** – экология видов. **Синэкология** – экология сообществ (биоценология) изучает пути формирования и развития, структуру и динамику, взаимодействие их с физико-химическими факторами среды, энергетику, продуктивность и другие особенности. Синэкологические исследования направлены на изучение сложного многовидового комплекса взаимосвязанных организмов (биоценоз), существующего в строго определенной физико-химической среде, на рассмотрение с качественной и количественной стороны каждого из его компонентов во взаимодействии друг с другом.

Экология связана со всеми другими науками, не только биологическими, используя их методы, общие объекты изучения, либо приемы. В то же время экология представляет другим дисциплинам свои подходы для решения задач, развивая ряд смежных и прикладных наук: этология, социальная экология и прочее.

Специальными методами экологии являются полевые и лабораторные (наблюдение и эксперимент). С развитием вычислительной техники широко используются математические модели и системный анализ.

Подобно всем другим областям знания, экология развивалась непрерывно, но неравномерно на протяжении истории человечества. Труды Гиппократы, Аристотеля и других древнегреческих философов содержат сведения явно экологического характера. Однако греки не пользовались термином «экология». Этот термин был предложен немецким биологом Эрнстом Геккелем в 1869 г. До него многие великие деятели «биологического Возрождения» XVIII - XIX веков внесли свой вклад в эту область, не применяя слова «экология». Например, в начале XVIII века Антон Ван Левенгук, более известный как первый микроскопист, был пионером в изучении пищевых цепей и регуляции численности организмов, английский ботаник Ричард Брэдли имел четкое представление о биологической продуктивности – изучение этих вопросов составляет важные направления в современной экологии. А.Гумбольдт стремился увидеть за частными фактами закономерности взаимодействия сил, влияние неодушевленной природы на растительный и животный мир. Русский ученый К.Рулъе обратил внимание на «непрестанно перекрецающиеся отношения организации и образа жизни», т.е. на взаимовлияние живой и неживой природы.

Как признанная самостоятельная научная дисциплина экология утвердилась около 1900 года. Сначала исследователи проводили резкую грань между экологией растений и экологией животных, но концепция биотического сообщества Ф.Клементса и В.Шелфорда, концепции пищевых цепей и круговорота веществ, разработанные Р.Линдеманом и Дж. Хатчинсоном, а также исследования озерных систем, проведенные Э.Бирджем, Ч.Джудеем и многими другими, помогли создать теоретическую основу общей экологии. В конце двадцатого века экология оформилась в принципиально новую интегрированную дисциплину, связывающую физические и биологические явления и образующую мост между естественными и общественными науками (Одум, 1977). В ее становлении сыграли огромную роль труды Д.Н.Кашкарова «Среда и сообщество» (1933) и «Основы экологии животных» (1938). Большой вклад в развитие экологии внесли Г.Г.Винберг, Г.В.Никольский, Б.Г.Иогансен (экология водных организмов); М.С. Гиляров (экология почвенных организмов); И.В.Кожанчиков, Г.Я.Бей-Биенко (экология насекомых); В.В.Догель,

Е.Н.Павловский, В.Н.Беклемишев (экологические основы паразитологии); А.Г.Банников, Н.П.Наумов, А.Н.Формозов, С.С.Шварц (экология пресмыкающихся, птиц и млекопитающих); В.Н.Сукачев, Б.А.Келлер, В.В.Алехин, Л.Г.Раменский (экология растений) и многие другие. Особое значение имеют работы А.П.Шенникова «Экология растений» (1950) и «Введение в геоботанику» (1964), Б.Г. Иоганзена «Основы экологии» (1959), Н.П.Наумова «Экология животных» (1955, 1963), С.С.Шварца «Эволюционная экология животных» (1969), М.С.Гилярова «Особенности почвы как среды обитания и ее значение в эволюции насекомых» (1949), «Зоологический метод диагностики почв» (1965) и «Основы общей экологии и охраны природы» (1979), учение В.И.Вернадского о биосфере как о глобальной экосистеме.

В 1935 г. англичанин А.Тенсли разработал учение об экосистемах. Следует отметить «Биоэкологию» Ф.Клементса и В.Шелфорда (1939), «Экологию» и «Основы экологии» Ю.Одума (1968, 1975), «Эволюционную экологию» Э.Пианки (1981), «Основы общей экологии» Р.Риклефса (1979).

Человек перестраивает земную поверхность около 10 тыс. лет. Обычно выделяют четыре периода во взаимодействии человека с природой. Первый **доисторический** – самый длительный. Часто говорят, что в это время человек еще находился в равновесии с окружающей средой, однако уже в палеолите произошел первый экологический кризис – это кризис переистребления крупных травоядных животных, приведший к резкому сокращению численности древних людей. Именно поэтому в неолите человек перешел к выращиванию продуктов питания и к оседлому образу жизни. Подсечно-огневое земледелие в сочетании со скотоводством, базировавшемся на лесных выпасах, приводило к уничтожению лесов. Таким образом, уже в доисторическое время вокруг заселенных областей возникали и более обширные безлесные пространства.

В период **аграрной культуры** изменения растительного покрова определялись вмешательством человека. Роль климата отступает далеко на второй план. Перевыпас привел к опустыниванию. Только с прогрессирующим обезлесением польза леса начинает сознаваться. Когда понимание приходит слишком поздно, имеет место полное уничтожение лесов, как, например, в Средиземноморье, во многих частях Восточной Европы, на Ближнем Востоке.

Третий период – 16-20 века. Время становления и развития капиталистического производства, **индустриальной культуры**. Активное развитие горнодобывающей и перерабатывающей промышленности привело к перераспределению химических элементов на поверхности земли, к нарушению геохимического баланса.

В поздний период империализма и социальных революций геохимическое воздействие человека на природу определяется тремя обстоятельствами:

1. синтезом множества (более миллиона) веществ, отсутствовавших в естественных условиях и обладающих качествами не свойственными природным соединениям;
2. строительством широкой сети коммуникаций, газо- и нефтепроводов, дорог, линий электропередач и связи;
3. интенсификацией производства сельскохозяйственной продукции, при массовом применении удобрений и пестицидов.

Четвертый – **постиндустриальной культуры**. Конец 20-го века ознаменовался изменением взаимоотношений человека с природой, период начала действия "Римского клуба". В его работах были рассмотрены альтернативные пути развития цивилизации. В 1972 состоялась Стокгольмская конференция по окружающей среде, в 1983 ООН создала Всемирную комиссию по окружающей среде и развитию. Далее – развитие "Процесса Рио": во время конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году состоялась встреча глав и высокопоставленных должностных лиц 179 государств. Итогом конференции явилась "Повестка дня на 21 век".

Индустриально развитые страны добились процветания, используя конечный и быстро исчерпываемый запас горючих ископаемых, накопленный самой природой. Но цивилизация продолжает зависеть от окружающей среды, причем, не только от энергетических и материальных ресурсов, но и от ее жизненно важных процессов, таких, как круговороты воздуха и воды. Основные законы природы не потеряли своей силы; с ростом численности населения и с грандиознейшим увеличением масштабов потребления энергии усложнилась зависимость от них человека. В буквальном смысле «экология» – это наука об организмах «у себя дома», но слово «экономика» также образовано от греческого корня «ойкос» и означает искусство ведения домашнего хозяйства; следовательно, экология и экономика должны идти рука об руку. К сожалению, экологи и экономисты – непримиримые противники из-за слишком узкого взгляда на свой предмет. И теперь сохранение цивилизации зависит от наших знаний о природе и разумных действий, направленных на сохранение и улучшение окружающей среды посредством гармоничного, а не разрушительного вмешательства.

1.3. Рост и распространение живых организмов зависят от условий внешней среды. Этот термин подразумевает часть природы, воздействующую на экологическую систему.

Элементы среды, прямо влияющие на жизнедеятельность организмов, определяются как факторы среды. Элемент среды,

количество которого может быть исчерпано в процессе жизнедеятельности организма, является ресурсом.

Существуют различные подходы к классификации экологических факторов:

1. Наиболее простая и употребительная разделяет факторы на:

- *абиотические* – воздействие элементов неживой природы,
- *биотические* – воздействие организмов друг на друга,
- *антропогенные* – воздействие человека на природу.

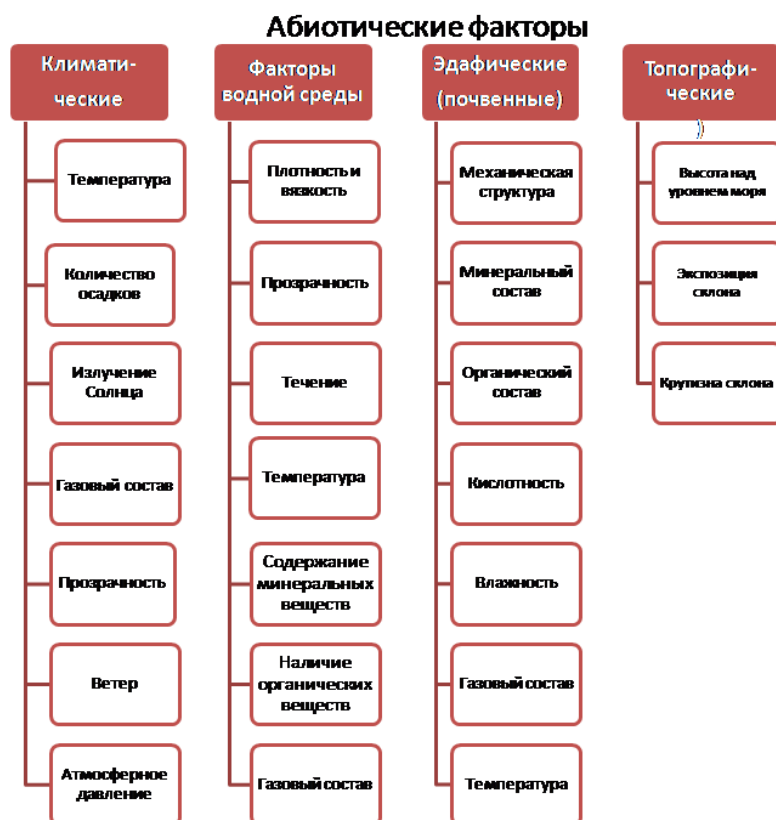


Рис. 1.1. Классификация абиотических факторов

2. Внутренние и внешние (эндогенные и экзогенные).

3. В зависимости от среды, в которой они действуют:

а) *климатические и атмосферные факторы*: свет, температура воздуха, атмосферная влажность, осадки, ветер, газовый состав воздуха;

б) *эдафические факторы*, характеризующие субстрат: температура почвы, влага и воздух в почве, ее физические и химические свойства;

в) *топографические факторы*, связанные с орографией земной поверхности: их влияние сказывается лишь при посредстве климатических и эдафических изменений;

г) *биотические факторы*, к которым относят взаимодействие организмов между собой, и в частности воздействие человека.

4. Классификация, основанная на природе и характере физиологического воздействия факторов независимо от их локализации. Здесь различают:

- а) *энергетические факторы*: излучение, в частности, свет и тепло;
- б) *водные факторы*: атмосферная и почвенная вода;
- в) *химические факторы*: газовый состав атмосферы и почвы, газы и другие вещества, растворенные в воде, минеральные и органические вещества почвы;
- г) *механические факторы*: ветер, эрозия, снег, огонь;
- д) *биотические факторы*: взаимодействие организмов.

Некоторые факторы среды считаются относительно постоянными на протяжении длительных периодов времени в эволюции видов. Например, сила тяготения, солнечная радиация, солевой состав океана. Большинство экологических факторов: температура воздуха, влажность, скорость движения воздуха – очень изменчивы в пространстве и во времени. В соответствии с этим экологические факторы делят на:

- 1) регулярно-периодические, меняющие силу воздействия в связи со временем суток, сезоном года или ритмом приливов и отливов в океане;
- 2) нерегулярно-периодические, явления катастрофического характера; изменение погодных условий в разные сезоны года, бури, ливни, наводнения и т.д.

Все факторы находятся в тесном взаимодействии и часто трудно провести грань между ними.

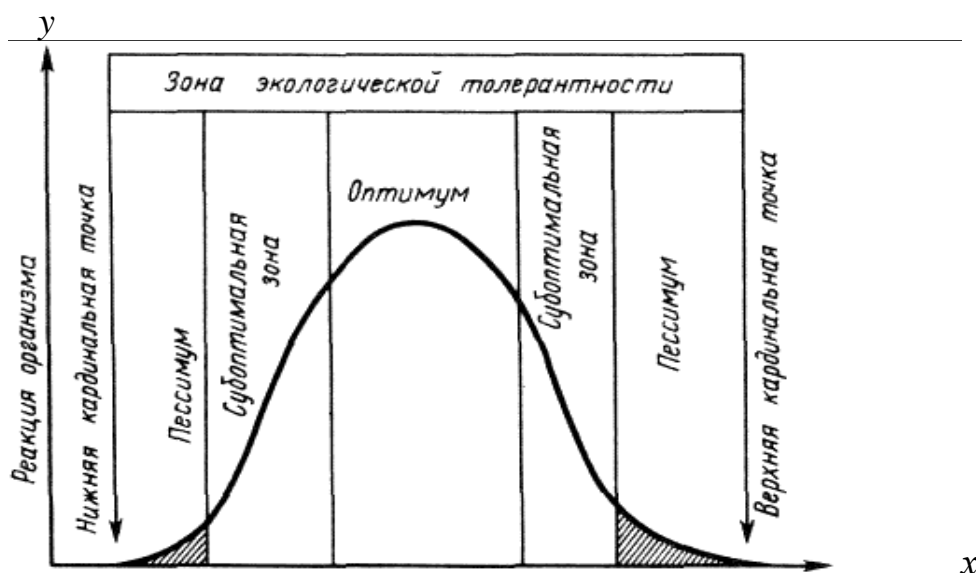


Рис. 1.2. Схема зависимости между жизнедеятельностью организма (y) и интенсивностью фактора среды (x).

Каждый биологический вид обладает собственными экологическими преференциями, обусловленными наследственно. К ним относятся, например, определенные требования к температуре, наличию воды, питательных веществ, света и т. д. Причем, на разных стадиях развития – различные. Организм может существовать только в определенном диапазоне значений каждого фактора среды. Действие экологических факторов подчиняется ряду законов. **Закон оптимума:** на рис. 1.2 представлена схема зависимости функций особи от интенсивности фактора. В непосредственной близости к критическим точкам расположены зоны пессимума, в которых активность организма сильно ограничена; далее – субоптимальные зоны, в границах которых по мере удаления от зоны пессимума наблюдается рост положительных экологических реакций организма. Средняя зона – экологический оптимум.

Способность вида заселять различные среды, характеризующиеся определенными диапазонами факторов, называют **экологической валентностью**. Экологическая валентность определяет круг местообитаний, в которых могут существовать особи данного вида. У одних видов экологическая валентность широкая, у других – узкая. Виды с широкой экологической валентностью, живущие в условиях очень различающихся значений интенсивности факторов, называются *эврибионтами*. Организмы, жизненные возможности которых заключены в узких границах изменения факторов, называются *стенобионтами*.

В.Шелфорд (1913) сформулировал **«закон толерантности»**. Организмы характеризуются экологическим минимумом и экологическим максимумом; диапазон между этими двумя величинами составляет то, что принято называть областью толерантности. **Фактор, по которому организм обладает узким диапазоном толерантности, может быть лимитирующим.** Например, содержание кислорода в наземных местообитаниях редко служит лимитирующим фактором для наземных организмов, но кислород в воде – ограничитель распространения живых организмов. Антропогенный стресс и токсичные отходы – лимитирующий фактор индустриальной цивилизации.

Кривая валентности экологических факторов в границах толерантности не всегда симметрична с центральным расположением области оптимума. Во многих случаях оптимум может располагаться вблизи краевых точек, т.е. наиболее благоприятным для организма интервалом для данного фактора будет тот, где интенсивность фактора или минимальна, или максимальна. Например, для пресноводных организмов оптимум появляется при минимальном содержании солей в воде, тогда как у морских организмов оптимум располагается на другой границе зоны толерантности (содержание солей наивысшее).

Чтобы выразить относительную степень толерантности, в экологии существует ряд терминов, в которых используются приставки *стено-*, что означает узкий, и *эври-* – широкий. Итак, стенотермный – эвритермный (в отношении температуры), стеногидрический – эвригидрический (в отношении воды), стеногалинный – эвригалинный (в отношении солености), стенофагный – эврифагный (в отношении пищи), стеноойкный – эвриойкный (в отношении выбора местообитания).

К закону толерантности существует несколько дополнений.

1. Толерантность организма по отношению к одному и тому же фактору и расположение зоны оптимума для разных физиологических и экологических функций могут быть различными.

2. Толерантность организмов может быть разной в зависимости от возраста, пола, стадии развития. Пределы толерантности для размножающихся особей, семян, яиц, эмбрионов, проростков и личинок обычно уже, чем для не размножающихся взрослых растений или животных. Так, взрослый кипарис может расти и постоянно погруженным в воду, и на сухом нагорье, но размножается он только там, где есть влажная, но не заливаемая почва для развития проростков.

3. Границы экологической толерантности характерны не для биологического вида в целом, а для его отдельных географических популяций. Именно локальные популяции проявляют приспособляемость к характерным для данной местности интенсивностям факторов, входящим в состав их среды. Особи одного вида из разных районов произрастания, собранные в одном ботаническом саду, проявляют сильно дифференцированные реакции на свет, при этом периоды вегетации и размножения у них приспособлены к условиям тех мест, откуда они привезены.

4. Толерантность вида (популяции) значительно больше, чем отдельных особей.

5. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий диапазон в отношении другого.

6. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.

7. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться и диапазон толерантности к другим экологическим факторам. Например, при лимитирующем содержании азота снижается засухоустойчивость злаков: при низком содержании азота для предотвращения увядания требуется больше воды, чем при высоком его содержании.

Взаимоотношения между средой и организмами очень сложны, но не все факторы среды одинаково важны в каждой данной ситуации или для каждого данного вида организмов. В 1840 г. Ю.Либих установил, что вещества, которые находятся в среде в количествах, близких к критической точке, становятся фактором, ограничивающим

распространение организмов, т.е. *лимитирующим фактором*. Урожай культур часто лимитируется элементами питания, которые нужны в ничтожнейших количествах (например, цинк), но которых очень мало и в почве.

Лимитирующими могут быть и факторы, которые не расходуются организмами и не входят в среду их биологических потребностей. К таким факторам относятся, например, зимние морозы, весенние половодья.

Роль закона минимума Либиха в течение продолжительного времени сильно преувеличивали. Область применения этого закона в действительности довольно ограничена из-за явления *констелляции факторов*. Так, высокая концентрация или доступность одного вещества или действие другого (не минимального) фактора может изменять скорость потребления элемента питания, содержащегося в минимальном количестве. Иногда организм способен заменять, хотя бы частично, дефицитный элемент другим, химически близким. Так, в местах, где много стронция, в раковинах моллюсков кальций до некоторой степени заменяется стронцием.

Если организмы оказываются в условиях, не соответствующих оптимальному диапазону того или иного физического фактора, более важным оказывается какой-то другой фактор (или факторы). Например, некоторые тропические орхидеи при охлаждении лучше растут на ярком солнечном свете, чем в тени (Went, 1957); в природе же они растут только в тени, так как не могут выносить теплового действия прямого солнечного света.

Экологическим рядом называется совокупность биогеоценозов, располагающихся соответственно нарастанию или убыванию какого-либо фактора (или группы факторов) среды. Например, на склоне наибольшая сухость почвы наблюдается в верхней части, а наименьшая — в нижней. Поэтому здесь отмечаются различия в растительности, связанные с влажностью почвы. Одни виды обитают только в верхней части склона, другие - в нижней, в результате четко выделяется экологический ряд по возрастанию влажности почвы. Аналогичные экологические ряды составляются и по отношению растений к тепловому режиму, к степени засоленности почв, устойчивости к ветру и к другим факторам. Так, в поймах рек южной части Русской равнины в случае возвышения местности наблюдается смена растительности (от понижения на бугор) в такой последовательности: лугово-болотные, луговые, лугово-степные и степные растительные ассоциации. Это экологический ряд фитоценозов, расположенных вдоль градиента фактора.

Экологический спектр вида. Биологический вид — понятие умозрительное. В природе вид существует в популяциях. Среди большого количества особей, слагающих популяцию, всегда можно выделить индивидуумы наиболее или наименее пластичные по

отношению к тому или иному фактору. Одни очень чувствительны к понижению температуры, другие сравнительно выносливы к холоду, некоторые не выдерживают даже незначительной сухости, а есть и такие, которые выживают в засушливый период. Благодаря экологической индивидуальности в популяции обычно находятся самые жизнестойкие особи, переживающие весьма неблагоприятные условия, что обуславливает сохранение вида. К примеру – весенние морозы часто повреждают цветы, однако часть растений все же дает плоды. Количественное соотношение особей с различной устойчивостью к действию фактора – экологический спектр вида.

4.5. Биологический ритм – равномерное чередование во времени каких-либо состояний организма. Ритмы поддерживаются внутренним механизмом (биологическими часами) и внешними источниками (смена дня и ночи, периодов увлажнения и засухи, или температурными колебаниями).

Различают суточные, сезонные, годовые и многолетние циклы.

Суточные (циркадианные) немного отклоняются от 24 часового периода (circa – около, dies – день, сутки). Активность для каждого вида приходится на определенные часы (многие цветки раскрываются в одно и то же время – цветочные часы).

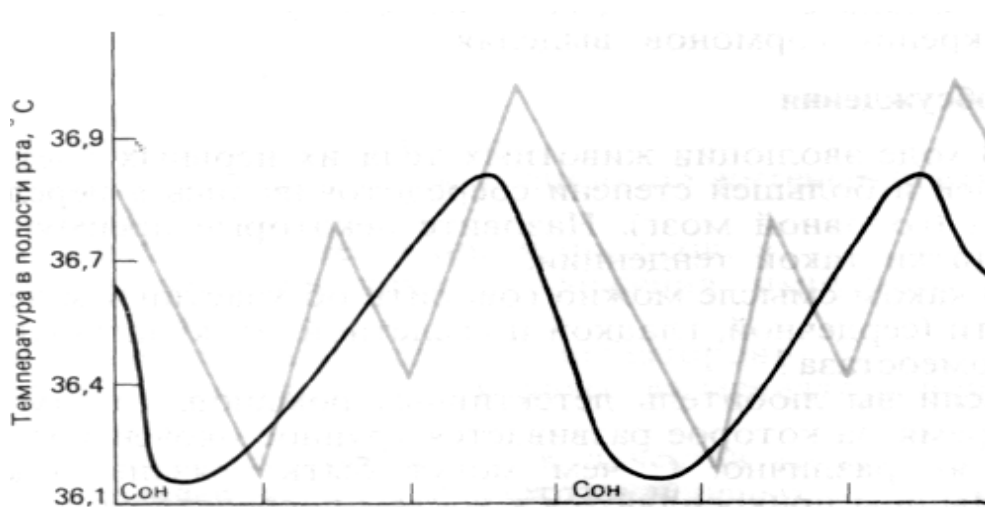


Рис. 1.3. Циркадианные ритмы изменения температуры в ротовой полости (черная линия) и времени реакции на раздражитель (серая) у человека (Доскин В.А., 1989).

Сезонные ритмы – наиболее выражены у обитателей умеренных и северных широт. Наука, которая занимается изучением сезонных процессов в жизни растений и животных, называется фенологией. Этапы развития растений по сезонам – фенофазы (вегетация, цветение, плодоношение и т.д.).

Все климатические факторы закономерно изменяются во времени, что связано с вращением Земли вокруг своей оси и вокруг Солнца. Живые организмы приспособились к этим изменениям и выработали характерный для каждого вида годичный цикл с определенной последовательностью и длительностью стадий роста, развития и размножения. От того, совпадает или нет определенная фаза жизненного цикла с временем года, к условиям которого она приспособлена, зависит выживание особей и вида в целом.

В природе существует и *многолетняя периодичность*, которая определяется закономерной сменой солнечной активности. Различают 5-6-летние, 11-летние и вековые (80-90-летние) циклы, проявляющиеся изменением урожайности, численности особей в популяции и т.д.

Сезонные изменения у животных проявляются в периодичности размножения. Сигнальными факторами могут быть здесь не только световой режим (основной стимул), но и влажность (в тропиках и субтропиках размножение приурочено к сезону дождей), а также температура (для эктотермных животных). Для насекомых характерна диапауза – длительная приостановка в развитии на определенной для каждого вида стадии. Особое приспособление для переживания неблагоприятных условий – анабиоз, состояние организма при очень сильном замедлении жизненных процессов, так что отсутствуют видимые признаки жизни (споры, сухие семена, высохшие лишайники).

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. *Рассмотреть зависимость распространения растений, отличающихся экологическими преферендами, от разных экологических факторов.*

Фотосинтез высших растений проходит по двум различным путям. В случае C_3 -растений CO_2 достигает реакционных центров в хлоропластах, пассивно диффундируя через устьица и воздушные полости мезофилла листа. У C_4 -растений CO_2 концентрируется посредством его активного транспорта в хлоропласты клеток, которые могут далеко отстоять от воздушных полостей листа и устьичных щелей. Это дает растениям два преимущества. Во-первых, фотосинтез протекает в отсутствие O_2 , благодаря чему не происходит фотодыхания, из-за которого в значительной мере понижается эффективность C_3 -

фотосинтеза, особенно при высоких температурах. Во-вторых, снижается потеря воды растением. Однако, как все активные биохимические процессы, транспорт CO_2 сопряжен с определенными затратами энергии. В результате листья C_3 - и C_4 -растений будут различным образом отвечать на изменение температуры.

а) На рисунке 1.4. приведены графики, отражающие зависимость интенсивности фотосинтеза от температуры листьев C_3 - и C_4 - видов. Объясните наличие резко выраженных различий в реакции процессов фотосинтеза на температуру у C_3 - и C_4 - растений на основе анализа особенностей этих процессов.

Сравните ширину зон толерантности и максимальные температуры фотосинтеза у C_3 - и C_4 - растений.

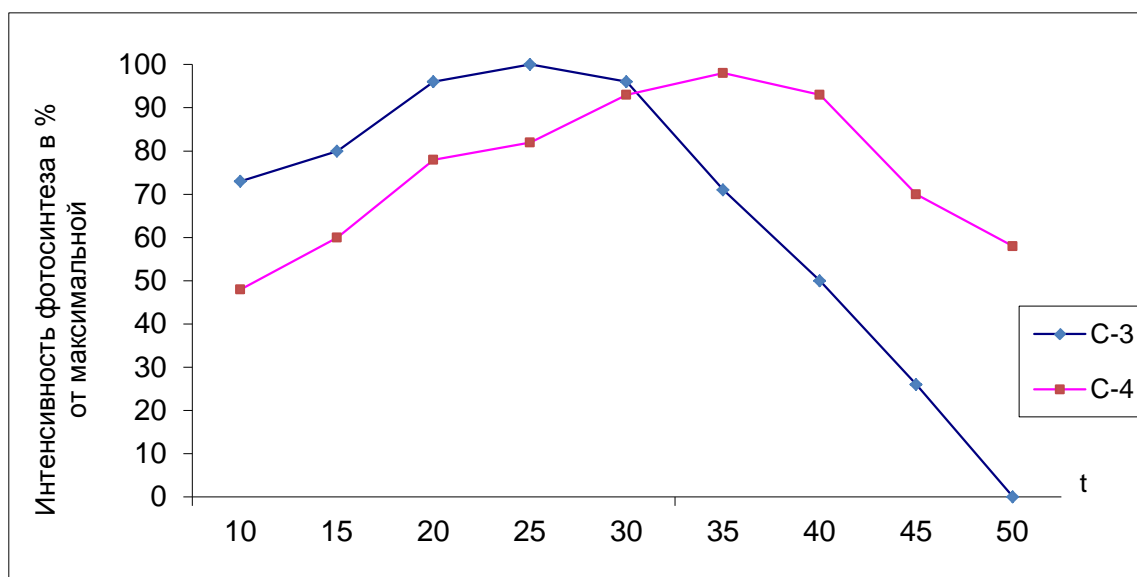


Рис. 1.4. Зависимость интенсивности фотосинтеза C_3 и C_4 видов от температуры

б) На тропическом острове изучено относительное обилие в травяном покрове C_3 - и C_4 -видов (рис.1.5) и установлены размеры площадей, занимаемых ими на различных высотах над уровнем моря (рис.1.6).

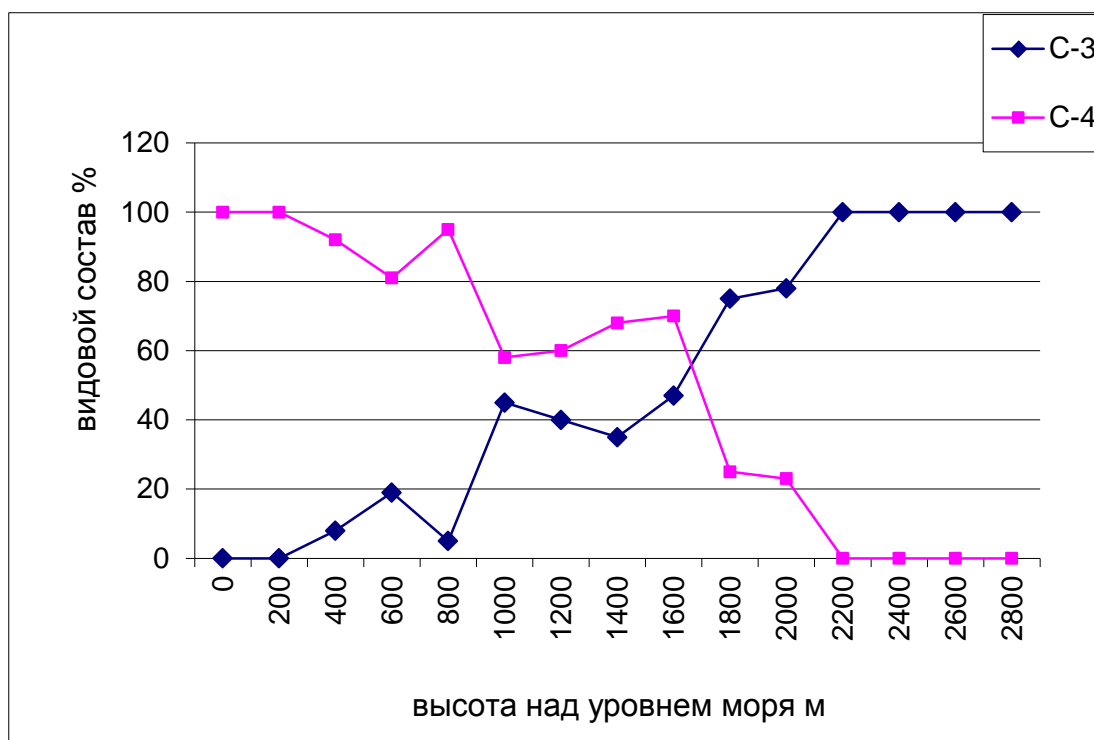


Рис 1.5. Изменение доли С-3 и С-4 трав в видовом составе фитоценозов вдоль высотного градиента

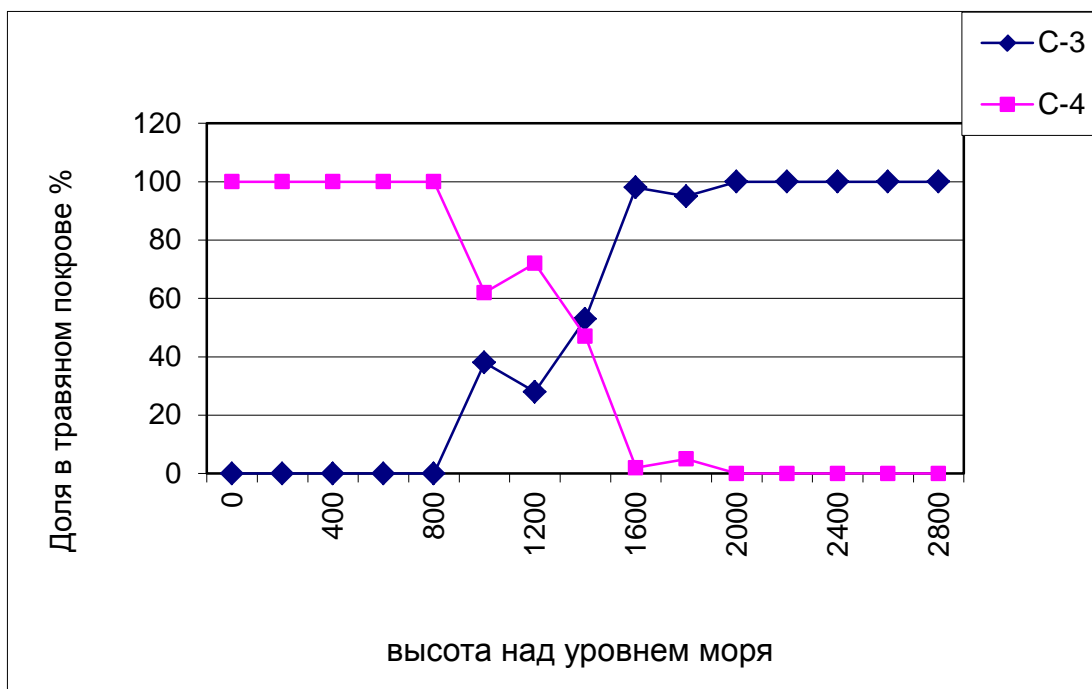


Рис. 1.6. Изменение доли С-3 и С-4 трав в травяном покрове вдоль высотного градиента.

Известно, что на высоте 1400 м над уровнем моря минимальная среднемесячная температура составляет около 9°C, а максимальная – около 21°C, на этой высоте выпадает максимальное количество осадков (2500 мм/год). На уровне моря и на горных вершинах – меньше (соответственно 1000-1500 и 600 мм/год).

В свете данных, представленных на рисунках, определите, какие факторы могут определять характер распределения С-3 и С-4 трав по высоте над уровнем моря.

в) Данные представленные на рисунке 1.7 отражают зависимость распространения С₄-трав от влажности почвы в горах Африки (в этих местах могут произрастать как С₃-, так и С₄- растения). Видно, что в этом случае, как и на тропических островах, С₃-травы преобладают на больших высотах, а С₄-травы – на малых.

Объясните, почему данные, приведенные на рисунках 1.5 - 1.6 и 1.7, кажущиеся на первый взгляд совершенно непохожими друг на друга, на самом деле хорошо согласуются между собой.

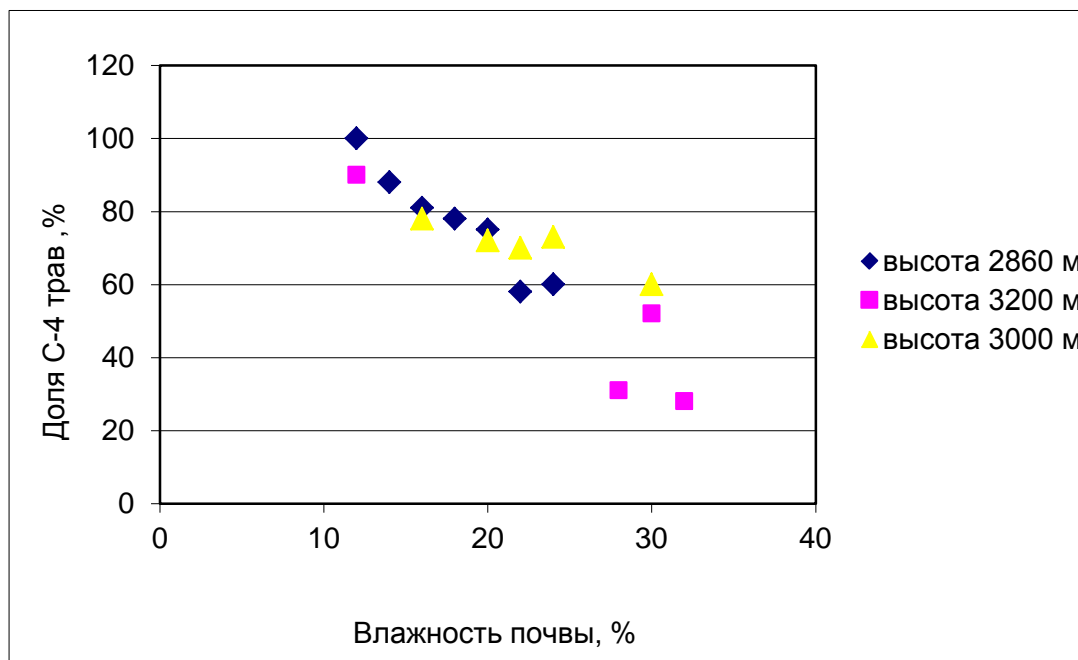


Рис.1.7. Распространение С-4 трав в зависимости от влажности почвы и высоты над уровнем моря.

Задание 2. Изучить явление констелляции факторов.

В результате изучения скорости роста численности популяции рисового долгоносика *Calandra oryzae* (г) в зависимости от температуры при различных уровнях влажности среды получены следующие данные:

Относительная влажность (%)	Температура							
	15	17	22	25	28	31	34	37
	г							
14	0	0,06	0,23	0,50	0,65	0,80	0,60	0
11	-	0	0,15	0,22	0,32	0,26	0	-
10,5	-	-	0	0,10	0	-	-	-

Примечание: « - » - отрицательный прирост популяции.

Постройте графики зависимости г от температуры при 14%, 11% и 10,5% влажности среды и ответьте на вопросы:

1. Какая влажность среды способствует достижению максимальной скорости роста численности популяции?
2. Как влияет влажность среды на пределы толерантности вида к температуре, на величину оптимумов?

Занятие 2

ВАЖНЕЙШИЕ АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА НАКОПЛЕНИЕ БАВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

ознакомиться с характеристиками основных экологических факторов и изучить адаптации организмов к действию экологических факторов разной интенсивности. Уяснить закономерности накопления БАВ в лекарственных растениях при различных температурном, водном и световом режимах, в зависимости от географо-климатических факторов и уровня минерального питания.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. **Температура как экологический фактор:** экологические группы организмов по отношению к температуре, морфо-анатомические, физиологические и экологические адаптации к экстремальным температурным условиям, сумма эффективных температур.

2. **Влажность как экологический фактор:** основные показатели влажности, экологические группы растений и животных по отношению к водному режиму, адаптации.

3. **Свет как экологический фактор:** световой режим местообитаний, экологические группы растений по отношению к свету и их адаптивные особенности, фотопериодизм, растения короткого и длинного дня, суточная динамика.

4. **Морфоэкологические адаптации растений к условиям местообитаний,** спектры жизненных форм растений как характеристика географо-климатических условий.

5. **Зависимость накопления БАВ в лекарственных растениях от экологических условий произрастания:** влияние температурного, водного, светового режимов, географо-климатических факторов, типа почвы, плодородия, минерального питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 20-37
2. Радкевич В.А. Экология. – Минск: Выш.школа, 1996. – С. 29-57
3. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986 – С. 270-272

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 2)

2.1. Главный источник **тепла** на Земле – Солнце. Примерно половина энергии его лучей, достигающих поверхности суши, состоит из инфракрасного (теплого) излучения. Распределяется тепло по поверхности Земли крайне неравномерно. Тепловая обстановка определяется географическим положением, рельефом, глубиной, сезоном и временем

суток. Температура – важнейший фактор, ограничивающий распространение организмов по земному шару. Для многих видов можно установить связь северной или южной границы распространения с температурными показателями, например, северная граница распространения бука в Европе соответствует изотерме января 2°C . Но эта связь редко бывает прямой, т.к. проявляется влияние других факторов: относительной влажности воздуха, концентрации кислорода в воде и т.д. Большое влияние могут оказывать микроклиматические различия. Тепловые условия южных и северных склонов даже небольшой крутизны различны, поэтому северные растения, живущие у южных границ своего ареала, встречаются только на северных склонах и в понижениях рельефа, а южные растения по мере продвижения на север с горизонтальных участков переходят на южные, хорошо прогреваемые склоны. Это "**правило предвещения**", сформулированное В.В. Алехиным в 1951 году. Например, на южной границе лесной зоны по северным склонам сохраняются леса, а на южных произрастает типичная степная растительность.

Для жизни растений оптимальными считаются температуры $15-30^{\circ}\text{C}$. Однако это очень усредненные данные. Температурные оптимумы различны у разных видов растений и даже у одного растения на протяжении вегетации. Прорастание семян растений умеренной зоны совершается при $8-25^{\circ}\text{C}$, рост побегов начинается при температурах на несколько градусов выше 0, рост корней имеет нижний предел $2-5^{\circ}$. Поэтому корни трогаются в рост обычно первыми, задолго до распускания почек, и не прекращают его до поздней осени. А чтобы раскрылись бутоны и созрели плоды, нужно больше тепла.

Фотосинтез, дыхание, процессы поглощения минеральных солей и воды также имеют свои оптимумы и предельные значения температур. Самая низкая температура, при которой возможен фотосинтез, по видимому, равна $-5...-8^{\circ}\text{C}$. (ель и сосна). Цианобактерии – пример крайней устойчивости фотосинтетического аппарата к высоким температурам ($80 - 90^{\circ}\text{C}$).

Дыхание возможно и при отрицательных температурах ($-6...-10^{\circ}$), но значительно возрастает с повышением. За пределами $40 - 50^{\circ}$ оно, однако, вновь резко снижается.

Для нормального питания необходима разница температур почвы и атмосферы. Для льна и гречихи оптимальны условия, при которых температура почвы равна 10° , а атмосферы $20 - 22^{\circ}$.

Важны суточные колебания температуры: для цветения и плодоношения у томатов разница дневных и ночных температур должна составлять не менее 6 градусов.

Различают холодолюбивые (криофильные) виды, приуроченные к полярным и высокогорным областям, и теплолюбивые (термофильные)

– в тропиках и субтропиках, а в умеренных поясах – на хорошо прогреваемых участках.

К низким температурам у растений существуют следующие *морфологические адаптации*: уменьшение размеров и изменение формы растений (карликовые березы, ивы, высота которых не превышает высоту снегового покрова; растения-подушки, температура внутри которых на 10-15°C выше, чем температура воздуха); отмирание на зиму надземных частей, подземные органы при этом защищены почвой и снегом (луковицы, клубни и т.п.). *Биохимические адаптации*: повышение концентрации сахара в клеточном соке, повышение осмотического давления, образование этиленгликоля и глицерина – веществ, понижающих точку замерзания.

Сопrotивляемость действию высоких температур связана со свойствами его белков. Известно, что денатурация белков холоднокровных организмов возникает уже при 40 - 50°C, а у ужа – даже при 30 - 35°C. Переносить высокие температуры растениям помогают повышенная транспирация, высокое содержание коллоидно-связанной, а не свободной воды, значительное количество РНК и солей (при этом повышается устойчивость к коагуляции); отражение солнечного света кутикулой, волосками.

Следовательно, *адаптации* организмов могут быть: 1. *морфоанатомическими*, 2. *физиологическими*, 3. *этологическими*.

По отношению к температуре выделяют группы организмов: эндотермов и эктотермов. К эндотермам относятся птицы и млекопитающие, а остальные животные, а также растения, грибы и простейшие – к эктотермам. Группа организмов, температура которых, поддерживаемая выше, чем в окружающей среде, может изменяться в незначительных пределах под воздействием ее изменений – гетеротермы. К ним относятся яйцекладущие млекопитающие.

Для растений и эктотермных животных для завершения развития необходимо определенное общее количество тепла (сумма эффективных температур), постоянная величина для каждого вида. Сумма эффективных температур определяется по формуле:

$$C = (t - t_{min})n$$

где t – наблюдаемая (реальная) температура; t_{min} – нижний порог развития (минимальная температура, ниже которой вообще не происходит развитие), n – продолжительность развития в сутках.

Часто можно установить границы ареала по сумме эффективных температур, необходимых для развития. Для большинства растений нашей зоны это сумма температур – выше 10°C.

Вода на нашей планете является важнейшим растворителем, а потому входит в состав всех клеток и необходима для протекания физио-

логических процессов. У наземных организмов выработались специальные приспособления для экономного расходования воды.

В разных климатических зонах количество осадков различно, различна также и скорость испарения, поэтому для характеристики водообеспеченности местности введен индекс сухости: отношение количества осадков к количеству испаряемой влаги. Если этот показатель больше 1, то местность называется гумидной (влажной), а если меньше 1, то аридной (засушливой).

Режим водообеспечения зависит от количества осадков и их распределения по времени. Существуют следующие зоны в распределении осадков по земной поверхности:

- *Влажная экваториальная*: осадков более 2000 мм/год (бассейны рек Амазонка, Конго). Здесь располагаются влажные экваториальные леса – самый богатый тип растительности (более 50 тысяч видов).

- *Влажная зона умеренных широт*: осадков более 500 мм/год (лесная зона Европы и Северная Америка, Сибирь).

- *Сухая зона тропического пояса*: осадков менее 200 мм/год (пустыня Сахара). Минимальное количество осадков – 0,8 мм/год (пустыня Атакама, Чили).

- *Полярная область*: незначительное количество осадков до 250 мм/год, низкая t воздуха, низкое испарение (арктические пустыни с бедной растительностью).

Выделяют следующие экологические группы растений по отношению к влажности:

1. *Гидатофиты* – погруженные или плавающие растения, не имеют механических тканей и водопроводящей системы (рдесты, элодея).

2. *Гидрофиты* – водно-наземные растения. Они начинают свое развитие в воде, но во взрослом состоянии верхние части побегов выступают над ее поверхностью, обитают в прибрежной зоне водоемов, на неглубоких местах, но могут жить и на обильно увлажненной почве далеко от воды. У них хорошо развита аэренхима (аир болотный, сусак зонтичный).

3. *Гигрофиты* – растения, произрастающие на увлажненных почвах и при высокой влажности. Листовые пластинки тонкие, характерно развитие гидатод (недотрога).

4. *Мезофиты* – растения, обитающие при умеренном увлажнении. К ним относится большинство растений умеренного климата: лесные и луговые травы, деревья, кустарники.

5. *Ксерофиты* – растения засушливых местообитаний. Сокращение испарения достигается различными способами:

- мелкие листья или их редукция (саксаул, эфедра);
- развитие воскового налета, мощная и часто блестящая кутикула;

– густое опушение из бесцветных и полых волосков (волоски отражают солнечные лучи и создают у поверхности листа зону, в которой задерживается влага);

– углубленные устьица;

– плотная, без межклетников паренхима с большим количеством механических элементов, мешающих увяданию;

– глубокая корневая система (у верблюжьей колючки до 20 м), либо поверхностная, но с покрытием больших площадей.

Организмы с меняющимся содержанием воды – *пойкилогидрические*. Это водоросли, грибы, лишайники, мхи, у которых гидратура протоплазмы всегда соответствует гидратуре окружающего воздуха. Если воздух сухой, то протопласт их клеток теряет воду, переходя при этом в состояние анабиоза. Такая способность к обратимому высыханию связана с малой величиной или даже полным отсутствием вакуолей, благодаря чему при высыхании объем клеток изменяется лишь незначительно и структура протопласта остается неизменной. У семенных растений зародыши в семенах также обладают клетками без вакуолей и поэтому тоже способны к высыханию.

Организмы с более или менее постоянным содержанием воды – *гомойогидрические*. У высших растений клетки обладают большими вакуолями, заполненными клеточным соком, и имеют постенную цитоплазму. Клеточный сок образует для окружающей цитоплазмы внутреннее водное пространство, что делает возможной активную жизнь вне воды даже в сухом воздухе. У них концентрация клеточного сока всегда остается низкой (осмотическое давление не превышает 50 атм.), поэтому гидратура всегда высока (выше 96%), независимо от внешних условий. Эти растения уже не обладают способностью к обратимому высыханию.

Свет необходим для жизни, так как это источник энергии для фотосинтеза. Хлорофиллы связывают лучистую энергию в диапазоне длин волн 400-700 нм. Это диапазон «**фотосинтетически активной радиации**» (**ФАР**). На него приходится лишь около 44% всей падающей на земную поверхность (на уровне моря) лучистой энергии Солнца.

Видимое излучение влияет на уровень обмена веществ у различных организмов, стимулирует процессы размножения и развития, регулирует поведение многих видов животных, является носителем информации об окружающей среде. Цикличность излучения оказывает большое влияние на ритмичность биологических явлений, происходящих в биосфере. Главные характеристики излучения: интенсивность (сила света), длина волны (цвет) и продолжительность освещения (фотопериод).

Количество света, поступающего к отдельным организмам, занимающим разное положение в экосистемах, сильно различается.

Выделяют группы по отношению к свету: *гелиофиты*, *сциофиты*, *факультативные сциофиты*.

У тенелюбивых (сциофитов) растений, а также у водных растений точка компенсации (точка равновесия между ассимиляцией и диссимиляцией) расположена значительно ниже, чем у светолюбивых растений. У некоторых растений, живущих под пологом леса, компенсация ассимиляции диссимиляцией проявляется при очень низкой интенсивности света.

Требования растений к освещенности могут изменяться с возрастом и географической широтой. Одно из обычных европейских деревьев – клен (*Acer platanoides*), произрастая в Норвегии, требует для жизни в 10 раз больше света, чем клены, растущие в окрестностях Киева. Многие виды лесных деревьев в первые годы жизни хорошо растут под сомкнутым сводом крон деревьев, тогда как, будучи зрелыми организмами, они исключительно светолюбивы.

Адаптация к условиям освещения у растений основана на качественном различии пигментов. Хлорофилл *a* (голубовато-зеленого цвета) наиболее интенсивно поглощает фиолетовый и красный свет, содержится в большом количестве у растений хорошо освещенных местообитаний.

Хлорофилл *b* (желто-зеленого цвета) поглощает главным образом голубой и оранжевый свет, у тенелюбов значительная часть пигментов представлена хлорофиллом *b*.

Хлорофилл *c* бурых водорослей сильно поглощает зеленовато-желтый свет.

Хлорофилл бактериальных клеток сильнее поглощает срединный участок спектра: зеленый и желтый свет.

Растения, обитающие в глубинных слоях воды, имеют в своем распоряжении только отрезок спектра с наименьшими длинами волн – зеленый, синий, фиолетовый и частично ультрафиолетовый. Специфичный для багрянок пигмент – фикоэритрин поглощает излучение с длинами волн в интервале между 0,3 и 0,45 мкм.

От условий освещения изменяется размер листовой пластинки: у теневых растений листья крупнее, чем у растений открытых мест. У растений освещенных мест листья имеют хорошо развитую столбчатую паренхиму, клетки их обычно мелкие, расположены компактно, без крупных межклетников, многочисленные устьица также мелкие, хлоропластов в клетках много, но они небольшие и в них мало хлорофилла.

Максимальные значения эффективности использования лучистой энергии – 3-4,5% (у морских микроскопических водорослей). В тропических лесах – 1-3%, в лесах умеренного пояса – 0,6-1,2%; в посевах сельскохозяйственных культур в умеренном поясе они составляют примерно 0,6%.

Длина дня (фотопериод) на экваторе более или менее постоянна (около 12 часов), на других широтах зависит от сезона. Способность организмов реагировать на длину дня называется фотопериодической реакцией, а круг явлений, регулируемых длиной дня – фотопериодизм. Продолжительность дня для растений является стимулом, который воспринимают листья или почки. Ответные реакции растений имеют гормональный характер и этим путем передаются другим органам.

Растения, нормально развивающиеся при фотопериоде, короче критической продолжительности дня (12-14 часов), называются растениями короткого дня. Растения, нуждающиеся в продолжительности светового дня, превышающей критическую, называются растениями длинного дня.

Содержание растений короткого дня в условиях длинного дня приводит к гигантизму вегетативных частей и задержке развития органов размножения. У растений длинного дня, развивающихся в условиях короткого, иногда наблюдается настолько сильное укорочение междоузлий, что стебель не формируется, а листья образуют приземные розетки.

Развитие вегетативных органов отрицательно коррелирует с развитием органов размножения. Эту зависимость используют при выращивании растений. У растений короткого дня, например, у лука и свеклы, в условиях долгого дня увеличиваются запасающие органы, тогда как картофель, относящийся к растениям длинного дня, дает самые большие клубни осенью, когда продолжительность дня заметно ниже минимума для его надземных органов.

Растения, цветущие весной и в конце лета, обычно относятся к растениям короткого дня. Растения, цветущие летом, как правило, являются растениями длинного дня.

2.2. Под воздействием многих факторов складывается определенный морфологический облик, или жизненная форма организма.

По И.Г.Серебрякову **жизненная форма – это своеобразие тех или иных групп растений, выраженное в специфике их сезонного развития, в способах ежегодного нарастания и возобновления, во внешней и внутренней структуре их органов, а также во внешнем облике, исторически возникшем в определенных почвенно-климатических и фитоценотических условиях.**

Детальная классификация жизненных форм растений, основанная на морфологических особенностях, принадлежит И.Г.Серебрякову. Все покрытосеменные и хвойные растения он относит к 4 отделам:

- древесные растения;
- полудревесные растения;
- наземные травы;
- водные травы.

Древесные растения включают 3 типа: деревья, кустарники и кустарнички. Деревья – растения с развитым многолетним одревесневшим стволом, сохраняющимся в течение всей жизни. Кустарники имеют главный ствол лишь в начале жизни, а затем он теряется среди равных скелетных осей. У кустарничков главная ось также имеется лишь в начале онтогенеза, а затем она сменяется боковыми осями, которые возникают из спящих почек материнской оси. Кустарнички – виды из семейств *Ericaceae*, *Vacciniaceae*.

Полудревесные растения – полукустарники и полукустарнички, у которых сохраняются и одревесневают лишь базальные части надземных побегов, а почки возобновления располагаются близ поверхности почвы. Различия между полукустарниками и полукустарничками в высоте одревесневающей части побегов (у полукустарников она составляет 20-30 см, а у полукустарничков до 10 см).

Наземные травянистые растения подразделяются на 2 группы: поликарпики и монокарпики.

Водные травы слагаются из 2-х: плавающие и подводные травы и земноводные травы.

Травянистые растения удобно также разделять на однолетники, двулетники с развитием в первый год жизни прикорневой розетки листьев и многолетники.

Поскольку жизненные формы представляют собой адаптацию к переживанию неблагоприятных периодов года, то в разных климатических областях преобладают одни или другие жизненные формы. Спектры жизненных форм – отражение климатических условий.

2.3. Полезные свойства растений в значительной степени определяются их химическим составом, а в отношении лекарственных растений комплекс биологически активных веществ (БАВ) играет ведущую роль. Долгое время считалось, что терпеноиды, алкалоиды, флавоноиды и другие биологически активные вещества являются простыми экскрементами. Однако в таком случае они бы постепенно накапливались в организме, достигая максимума к концу его жизни. На самом деле динамика их накопления очень сложна. Следовательно, продукты вторичного обмена играют важную физиологическую роль.

Образование и накопление БАВ – динамический процесс, ход которого определяется онтогенезом и факторами внешней среды. Знание этих процессов для провизора необходимо, поскольку на основе изучения хода и особенностей накопления БАВ разрабатываются правила сбора, сушки и хранения, а также основные требования к качеству лекарственного растительного сырья.

Различные климатические, эдафические и другие факторы могут влиять на ход вторичного метаболизма, что проявляется в химической изменчивости растений. В ряде случаев можно выявить доминирующее

влияние определенных экологических факторов на химический состав растений. Например, сравнивая содержание и состав тех или иных вторичных метаболитов в растениях из разных пунктов, можно говорить о влиянии географического фактора.

Географический фактор оказывает достоверное влияние на содержание эфирного масла в листьях багульника болотного (*Ledum palustre*): в разных частях ареала можно выделить 3 географических района: северный, средний и южный. Максимальное содержание эфирного масла отмечено в среднем районе.

Установлено подавление биосинтеза антоцианов и флавонолов в плодах клюквы крупноплодной в северных районах Беларуси. Географический фактор оказывает выраженное влияние не только на уровень накопления фенольных соединений в плодах растений брусничных, но и на степень его изменения при внесении удобрений. Показано, что при продвижении с юга в центральные районы Беларуси заметно усиливается зависимость от минерального питания количества антоциановых пигментов, катехинов и дубильных веществ при незначительном уменьшении флавонолов и фенолкарбоновых кислот.

Существуют закономерности географического распространения отдельных соединений у разных растений. Содержание фруктозы в плодах малины (*Rubus idaeus*), а также сахарозы и глюкозы в плодах земляники (*Fragaria vesca*) в лесной зоне выше, чем в лесостепной и степной. Зоной наибольшей концентрации эфирномасличных растений являются Средиземноморье, Кавказ, Средняя и Центральная Азия. Большая часть алкалоидоносных растений сконцентрирована в тропиках Старого и Нового Света.

Химические элементы почвы оказывают значительное влияние на биосинтез действующих веществ в лекарственных растениях. При изучении химического состава плодов малины и земляники оказалось, что существует положительная зависимость между содержанием кальция, фосфора и цинка в плодах малины и земляники и содержанием этих элементов в почвах лесной, лесостепной и степной зон.

Микроэлементы также играют существенную роль в накоплении БАВ: под влиянием молибдена биологическая активность листьев наперстянки шерстистой (*Digitalis lanata*) возрастает у однолетних растений на 10%, а у двулетних на 46%. Марганец способствует биосинтезу как ланатозида С, так и ланатозидов А и В.

У мяты, как недостаток, так и избыток влаги почвы снижают накопление эфирного масла, но увеличение влажности в пределах, благоприятных для жизни этого растения, способствует его повышению. Оказалось, что число эфирномасличных железок неодинаково у растений, растущих в разных условиях увлажнения. Представители семейства яснотковых, которые произрастают в сухих местообитаниях, имеют

большее число железок на единицу поверхности листа, чем экземпляры, растущие в условиях достаточного увлажнения. Крымские растения мачка желтого (*Glaucium flavum*), приуроченные к засушливым местобитаниям, содержат алкалоида глауцина больше, чем кавказские.

Кислотность почвы, в сочетании с освещенностью, оказывает влияние на накопление алкалоидов у чистотела большого (*Chelidonium majus*). Так, наибольшее количество алкалоидов (2%) содержится в растениях, собранных на незатененных участках с влажными суглинками, имеющими реакцию среды, близкую к нейтральной. А у растений, произрастающих на кислых почвах в условиях затенения, содержание алкалоидов не превышало 1,5%.

Определяющими факторами накопления БАВ часто служат освещенность и температура воздуха. У скополии тангутской в пасмурные дни содержание алкалоидов в 2-3 раза выше по сравнению с солнечными днями, а в солнечные дни минимальное содержание алкалоидов наблюдалось в дневные часы, когда преобладает максимальная освещенность растений прямыми солнечными лучами. Следовательно, срезку надземных частей целесообразно проводить в облачные дни в утренние или вечерние часы.

У лаванды (*Lavandula spicata*), шалфея лекарственного (*Salvia officinalis*) и яснотки белой (*Lamium album*) число железок увеличивается с увеличением высоты местности над уровнем моря.

Известны многие виды лекарственных растений, у которых наблюдается химическая изменчивость в разных частях их ареалов. При этом довольно часто по морфологическим признакам такие растения не отличаются. В таких случаях используют понятие хеморас, т. е. групп популяций, которые имеют определенный ареал и обладают различным химическим составом. У багульника болотного внутри ареала можно выделить три хеморасы, которые отличаются количественным содержанием эфирного масла и содержанием в нем левоментола.

Некоторые растения чутко реагируют и на погодные условия в течение дня, проявляя тем самым суточную динамику накопления тех или иных продуктов. Суточная динамика содержания эфирного масла мяты оказалась прямо пропорциональной температуре воздуха и обратно пропорциональной его влажности. Прослежена суточная динамика и влияние погодных факторов на накопление флавоноидов (рутина и гиперина), а также дубильных веществ у зверобоя продырявленного. Оказалось, что содержание рутина выше в сухую погоду, но не зависит от времени суток и температуры окружающего воздуха. Содержание гиперина в сухую погоду также выше, на его накопление оказывает влияние и время суток: максимум в 19 часов. На накопление дубильных веществ влияет температура воздуха (наибольшее при t выше 14°C). Таким обра-

зом, одни и те же факторы по-разному влияют на накопление различных БАВ у одного растения.

Химический состав растения может существенно меняться в отдельные фазы онтогенеза: количество жирного масла в семенах клещевины увеличивается от фазы молочной спелости до полной зрелости на 100%. Содержание полифенолов у зверобоя продырявленного максимально в цветках и листьях в период бутонизации и начала цветения. Поэтому собирать сырье следует начиная с первой половины июля и до конца массового цветения.

Чаще всего максимальное содержание эфирного масла наблюдается во время цветения, иногда во время бутонизации или еще раньше – до появления бутонов. Динамика содержания эфирного масла часто сопровождается и изменением его качественного состава. Классический пример – кориандр, у которого незрелые плоды обладают неприятным и острым запахом, а зрелые имеют приятный аромат. У мяты перечной в процессе цветения происходит непрерывное увеличение доли ментола в эфирном масле.

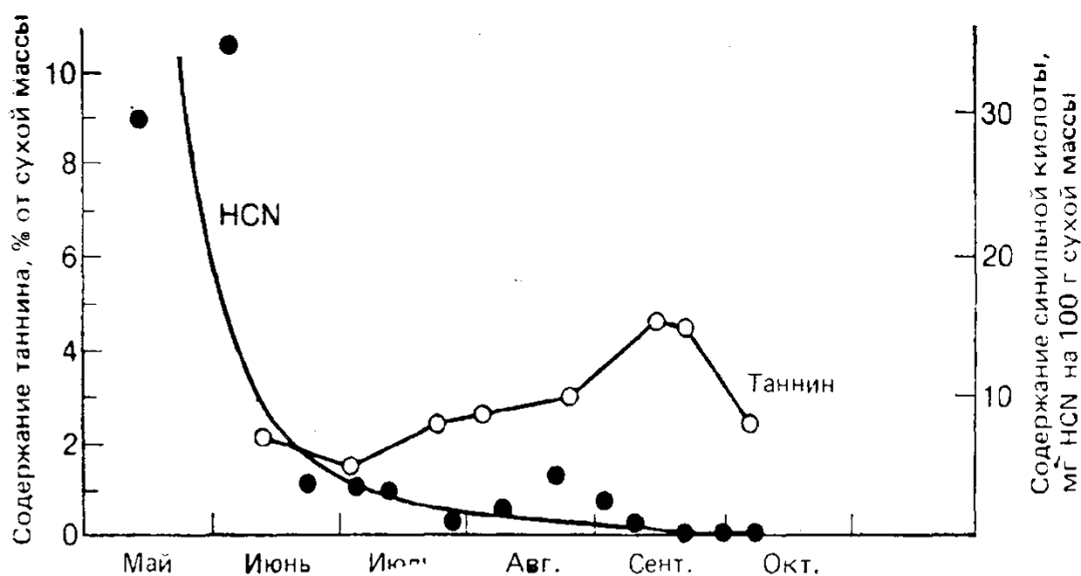


Рис. 2.1. Сезонные изменения содержания синильной кислоты и танина в папоротнике орляке (по Rhoades, Cats, 1976)

Своеобразная динамика накопления арбутина и дубильных веществ в листьях брусники (их минимум падает на цветение) обусловила и особый режим заготовки сырья: весной, до цветения и осенью, в период массового созревания плодов. Аналогичная картина динамики была обнаружена и у толокнянки, максимальное содержание арбутина в которой приходилось на осенний период, причем у растений, которые

произрастали на открытых и хорошо освещенных участках, а также в сосновом лесу с низкой сомкнутостью древостоя.

У некоторых видов различное содержание БАВ в разные периоды жизни растения наблюдается в разных органах. Например, максимальное содержание глауцина у мачка желтого у экземпляров, находящихся в фазе завязывания плодов, отмечено в листьях, в фазе массового цветения – в стеблях, а в начале цветения – в генеративных органах.

Следовательно, для правильной заготовки лекарственного сырья необходимо учитывать онтогенетическую динамику и суточные изменения количества БАВ, а также влияние на этот процесс погодных факторов.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. *Определить зависимость качественного состава и количества пигментов в листьях растений от освещенности местообитания.*

Срежьте несколько листьев растений одного вида, которые находились в разных условиях освещенности (например, за неделю до эксперимента поместить одно растение на подоконник южной экспозиции, а другое – в темное помещение). Приготовьте спиртовую вытяжку из листьев: разотрите в ступке листья с небольшим количеством мела и 5 мл этилового спирта. Добавьте ещё 5 мл спирта и хорошо перемешайте (можно дать вытяжке настояться 1-2 минуты). Полученные вытяжки отфильтруйте в пробирки.

С помощью микропипетки нанесите спиртовые вытяжки на полоски хроматографической бумаги вдоль стартовой линии, проведённой простым карандашом на расстоянии 2 см от основания. После полного высыхания повторите операцию 4-5 раз. Затем поместите полоски хроматографической бумаги с нанесённой вытяжкой в химические стаканы с 5 мл петролейного эфира. Разделение пигментов происходит примерно на расстоянии 5 - 7 см от стартовой линии (через 5 - 10 минут).

а) Назовите основные и вспомогательные пигменты фотосинтеза, находящиеся на хроматограммах.

б) Объясните, почему пигменты располагаются на разном уровне.

в) Опишите и объясните различия, наблюдающиеся на хроматограммах пигментов растений из светлых и затененных местообитаний.

Задание 2. *Сделать практические выводы о возможности сбора качественного сырья листьев багульника болотного в разных зонах и географических районах.*

Используя данные таблицы 2.1, постройте графики зависимости содержания эфирного масла в листьях багульника болотного от произрастания в разных растительных зонах и географических районах (расположив растительные зоны и географические районы от наиболее северных до южных).

Таблица 2.1

РАСТИТЕЛЬНЫЕ ЗОНЫ И РАЙОНЫ	Содержание эфирных масел (%)
Темнохвойные южнотаежные леса	1,61
Лесотундра	0,52
Широколиственные леса	1,18
Широколиственно- хвойные леса	1,50
Темнохвойные северотаежные леса	0,95
Темнохвойные среднетаежные леса	1,90

Задание 3. *Оценить влияние уровня минерального питания и географического фактора на накопление фенольных веществ в плодах голубики в условиях Беларуси.*

а) Ознакомьтесь с таблицей 2.2., сделайте выводы о влиянии внесения разных минеральных удобрений на накопление биофлавоноидов,

фенолкарбоновых кислот и дубильных веществ в плодах голубики высокорослой в пределах одной агроклиматической зоны.

Таблица 2.2

Степень отклонений (%) от контроля содержания фенольных соединений в плодах голубики высокорослой в зависимости от географического фактора и уровня минерального питания

<i>Вариант опыта</i>	<i>Сумма биофлавоноидов</i>	<i>Фенолкарбоновые кислоты</i>	<i>Дубильные вещества</i>
Южная агроклиматическая область			
2 (N ₆₀)	-21,4	+8,6	-20,2
3 (P ₆₀)	-23,9	+41,4	+27,9
4 (K ₆₀)	-23,9	+31,9	+27,9
5 (N ₆₀ P ₆₀)	-24,4	+25,9	+19,7
6 (N ₆₀ K ₆₀)	-10,8	+37,1	+3,8
7 (P ₆₀ K ₆₀)	-16	+51,7	+7,7
8 (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	-9,7	+60,3	+43,8
Центральная агроклиматическая область			
2 (N ₆₀)	-4,2	-7	+33,3
3 (P ₆₀)	-18,5	-22,5	-22,7
4 (K ₆₀)	-21,4	+6,3	0
5 (N ₆₀ P ₆₀)	-12,3	-12,7	-22,7
6 (N ₆₀ K ₆₀)	+1,1	-11,3	-6
7 (P ₆₀ K ₆₀)	-4	+3,5	-16,7
8 (N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀)	+1,4	+13,4	+27,3

б) Сделайте выводы о влиянии уровней минерального питания на накопление БАВ в плодах голубики высокорослой в разных географических районах Беларуси.

Занятие 3

ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ. ПОЧВА

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

ознакомиться с характеристиками основных сред жизни. Уяснить концепцию экологической ниши.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. **Концепция экологической ниши.** Мерность ниш, экологическое гиперпространство, фундаментальная и реализованная ниша, ниши r- и K- стратегов.

2. **Основные среды жизни.** Распределение организмов по средам жизни. Живой организм как среда обитания.

3. **Характеристики водной среды.** Химические и физические показатели, трофность, кислородный и температурный режимы водоемов. Экологические группы гидробионтов.

4. **Наземно-воздушная среда.** Состав и движение воздуха. Эоклимат и микроклимат. Адаптации организмов к жизни на суше.

5. **Почва как биокосное тело.** Зональные и аazonальные почвы. Основные компоненты почвы, типы гумуса, гумификация и минерализация. Экологические группы почвенных организмов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 37-56.
2. Радкевич В.А. Экология. – Минск: Вышэйшая школа, 1997. – С. 42-57
3. Бигон М., Харпер Дж., Таундсен К. Экология. Особи. Популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – т.1. – С. 96-103
4. Одум Ю. Экология. – М.: Мир, 1986. – С. 299-305

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция3)

3.1. Появление в экологии термина «**ниша**» связано с именем Д.Гриннелла (Grinnell, 1917). Позднее Г.Хатчинсон (Hutchinson, 1957), используя математическую теорию множеств, определил **нишу как диапазон условий, в которых живет и воспроизводит себя особь или популяция**. Хатчинсон ввел понятия фундаментальной и реализованной ниши. ***Фундаментальная ниша*** – совокупность потенциальных возможностей, ***реализованная ниша*** – реально занятый гиперобъем условий при биотических ограничениях. Ниша многомерна, ее можно описать количественно и оперировать с ней математически. Мерность – одна из важнейших характеристик ниши. Поскольку невозможно учесть все многообразие факторов, влияющих на популяцию, фундаментальная ниша является абстракцией.

Следует различать понятия ниша и местообитание (комплекс условий среды, в которых находится популяция). Ю. Одум (1986) определяет экологическую нишу как положение, или статус, организма в экосистеме, вытекающие из его структурных адаптаций, физиологических реакций и специфики поведения.

Ниши у отдельных видов могут сменяться в онтогенезе: огромное количество насекомых характеризуется полностью разделенными нишами в периоды личинки и имаго. Может происходить и плавное изменение реализованной ниши в процессе онтогенеза, связанное с изменением, например, размеров потребляемой пищи (водные ракообразные).

Реализованные ниши r-стратегов (видов, характеризующихся высокой скоростью воспроизведения и короткой продолжительностью жизни) зависят прежде всего от абиотических факторов, а K-стратегов (видов с относительно низкой скоростью воспроизведения и большой продолжительностью жизни) – от биотических факторов.

Уменьшение межвидовой конкуренции должно приводить к расширению ниши. Под шириной ниши понимается размер гиперобъема реализованной ниши.

В течение эволюционной истории жизни организмы становились сложнее, увеличивалось разнообразие растительного и животного мира. С появлением новых видов в результате дивергенции появлялись и новые ниши. Э. Пианка (1981) считает, что межвидовая конкуренция – главная сила, приводящая к разделению ниш и возникновению разнообразия. Первые наземные организмы находились в «экологическом вакууме»: конкуренция отсутствовала. Выйдя на сушу, они быстро заняли многочисленные ниши суши. Р. Уиттэкер (Whittaker, 1972) высказал предположение, что для органического мира характерна тенденция к самоусилению разнообразия.

3.2. Можно выделить 4 среды жизни: водную, наземно-воздушную, почву и живые организмы. Каждая из них определяется собственными химическими и физическими характеристиками.

Водная оболочка Земли называется гидросферой, и включает океаны, моря, реки, озера, болота, ледники и т.д. Вода занимает преобладающую часть биосферы Земли (71 % земной поверхности). Абиотические факторы водной среды – это физические и химические свойства воды как среды обитания живых организмов.

Для водной среды особое экологическое значение имеют *плотность, вязкость, давление*. Плотность как экологический фактор определяет условия передвижения организмов, причем некоторые из них (головоногие моллюски, ракообразные и т.д.), обитающие на больших глубинах, могут переносить давление до 400 - 500 атмосфер. Плотность воды также обеспечивает возможность опираться на нее, что особенно важно для бесскелетных форм (планктон). Плотность чистой воды при 0° и давлении 760 мм рт. ст. в 775 раз больше, чем плотность воздуха при тех же условиях, что значительно снижает расход энергии на создание опорных тканей и на то, чтобы выдержать собственный вес. Плотность живой материи примерно равна плотности морской воды близ поверхности.

Давление, испытываемое водными организмами, возрастает на 1 атмосферу на каждые 10 м глубины.

Вязкость воды примерно в 60 раз выше вязкости воздуха при той же температуре.

Часть солнечной радиации, которая проникает в воду, частично поглощается и рассеивается. Степень проникновения солнечной радиации зависит от чистоты воды, глубины. Инфракрасное излучение полностью поглощается на глубине 1 м. Максимум проникновения меняется в зависимости от водоемов: смещенный в сторону коротких волн в чистых водоемах, он отклоняется в сторону длинных волн в водоемах, богатых органическими веществами. Эти различия находят свое выражение в большом разнообразии цвета водоемов от голубого до темно-коричневого.

Световой режим играет важную роль в распределении водных организмов. Водоросли в океане обитают в освещаемой зоне, чаще всего на глубине до 40 м, если прозрачность воды велика, то и до 200 м. В наиболее глубоководных районах Мирового океана в качестве источника света организмы используют свет, испускаемый живыми существами (биолюминесценция).

К химической характеристике вод относится соленость – содержание растворенных сульфатов, хлоридов, карбонатов. В пресной воде преобладают карбонаты, в солёной – хлориды и сульфаты. Средняя солёность Мирового океана 35 г/литр.

По трофности водоемы разделяются на:

олиготрофные (вода бедна минеральным азотом и фосфором, прозрачна, синего или зеленого цвета). К этому типу принадлежат глубокие озера с крутыми берегами);

эвтрофные (богаты азотом и фосфором). Обилие организмов приводит к истощению кислорода в глубинных водах во время фаз застоя, азот встречается там в аммиачной форме, а железо – в виде углекислой закиси железа. Вода малопрозрачна, от зеленовато-коричневого до коричневого цвета. Небольшие глубины, широкие пояса растительности);

дистрофные (неглубокие озера с берегами, поросшими торфообразующей растительностью). Воды окрашены в бурый цвет взвесью гуминовых веществ. Кислород в дефиците, реакция более или менее кислая).

Переход от олиготрофии к эвтрофии – следствие расширения поясов литоральной растительности, а также поступления сточных вод населенных пунктов и заводов.

Температурный режим водоемов более устойчив, чем на суше, что связано с высокой теплоемкостью воды. Поэтому большинство водных организмов – stenotherms.

Температура в пресных водоемах от - 0,9 до 25°C на поверхности, 4 - 5°C на глубине. В стоячих водоемах умеренных широт существуют сезонные вертикальные перемещения воды, которые оказывают большое влияние на живых обитателей. Летом наиболее теплые слои воды располагаются у поверхности, а самые холодные у дна. В морях температура воды может быть от +35,6°C до -3,3°C. В придонном слое океанов $t^{\circ} = -1,87; +2^{\circ} \text{ C}$.

Водная среда характеризуется подвижностью. Даже в стоячих водоемах вода перемещается под действием ветра и температуры; в морях есть течения, приливы и отливы, штормы. За счет движения вода перемешивается и снабжается кислородом, уравнивается ее температура. Образующаяся проточными водами среда значительно отличается от среды стоячих вод:

1. скорость течения различна;
2. характер дна, имеющий большое биологическое значение, зависит от скорости течения. В быстрых потоках течение не сносит только камни. По мере замедления течения дно становится песчаным, затем илистым. При скорости меньше 20 см/сек оседают органические остатки, и органический ил, образовавшийся таким образом, образует биологически богатую среду;
3. температура одинакова для всей толщи;
4. хорошая насыщенность кислородом вследствие перемешивания и значительной протяженности поверхности потока по отношению к объему;

5. химический состав разнообразен. Вблизи истоков он зависит от природы скальных пород, через которые проходят подземные воды; по мере удаления от истоков проточные воды пополняются минеральными и органическими веществами в растворенном и взвешенном состоянии, приносимыми ручьями.

Вместо концентрической зональности озер в реках происходит изменение вдоль их продольного профиля.

Водные организмы выработали специальные приспособления к подвижности среды. Мелкие растения срастаются с подводными камнями. У рыб быстро текущих рек тело в поперечном сечении почти круглое (форель). Придонные организмы сплющены в дорзовентральном направлении, имеют органы фиксации.

Экологические группы гидробионтов:

1. *нектон* – активно передвигающиеся в толще воды животные;
2. *планктон* – организмы, парящие в воде (фито- и зоопланктон, по размерам: нано-, микро-, мезо-, макро-, мегапланктон).
3. *бентос* – организмы, обитающие на дне. Подразделяются по подвижности, способу питания, размерам.

Детрит – мелкие частицы органического вещества, образующиеся за счет отмирания растений и животных, оседает на бактериях и, благодаря выделяющемуся в результате бактериального процесса газу находится в воде во взвешенном состоянии. Биофильтраторы – водные организмы, питающиеся детритом, играют огромную роль в биологической очистке водоемов (планктонные ракообразные, моллюски и др.). Биофильтраторы населяют литоральную зону и бенталь.

4. *нейстон* – очень важная часть гидробионтов, связанных с пленкой поверхностного натяжения. Обитатели раздела воздуха и воды населяют ее и сверху и снизу.

Адаптации к жизни в воде разнообразны и сложны. У животных морей концентрация солей в организме почти такая же как и в воде, поэтому им не требуется особых механизмов сохранения воды. В пресных водоемах: поверхностная защита (чешуя, слизь, панцири), плавательный пузырь, всасывание солей в жаберной полости.

Организмы, обитающие в **наземно-воздушной** среде, окружены воздухом – газообразной средой с низкой влажностью, плотностью и давлением, а также высоким содержанием O_2 . Свет здесь намного интенсивнее, чем в других средах, температура и влажность подвержены значительным колебаниям.

Подавляющее большинство животных этой среды передвигаются по поверхности почвы, а некоторые приспособились к полету; растения укореняются в почве. Необходимы приспособления для сохранения воды: сложное строение покровов, механизмы терморегуляции, периодичность жизненных циклов по сезонам и т.д. Появились органы, обес-

печивающие газообмен – устьица у растений, легкие и трахеи у животных. Сильное развитие получили опорные ткани, поддерживающие тело в среде с малой плотностью – скелет животных, механические ткани растений.

Газовый состав атмосферы практически постоянен и включает: кислорода 21%, углекислоты 0,03%, азота 78%, аргона 0,01% и другие газы, ряд примесей (водяные пары, фитонциды, пыль, промышленные газы). Роль фактора, к которому растения вынуждены активно приспосабливаться, играет углекислота. Концентрация углекислоты, соответствующая экологическому оптимуму для большинства растений – 0,06-0,4%. Это значительно выше ее естественного содержания в воздухе. Поэтому в природной обстановке растениям приходится перерабатывать большие объемы воздуха, чтобы удовлетворить потребности в углекислоте. Для синтеза 1 кг глюкозы растение поглощает 2500 м³ воздуха.

Давление атмосферы 760 мм ртутного столба. В атмосфере существует два типа зон, зависящих от давления:

- зоны пониженного давления (циклоны), которые характеризуются неустойчивой погодой, с большим количеством осадков;
- зоны повышенного атмосферного давления (антициклоны), которые характеризуются устойчивой погодой без осадков.

Движение воздушных масс – ветер. Движущей силой процесса является разность атмосферных давлений в двух точках земного шара. Максимальная скорость ветра примерно 400 км/час – ураган. Ветер переносит примеси в атмосфере. Воздушные течения служат для распространения семян и плодов, для переноса пыльцы, спор и т.д. Ветер может вызывать механические повреждения.

Почва – продукт взаимодействия сообществ живых организмов и геологического субстрата под влиянием климата и топографии. Вернадский определял почву как биокосное тело. Скальные породы (материнские) разрушаются под воздействием физических, химических и биологических воздействий – выветриваются. Выветривание ускоряется с увеличением живого населения. Можно выделить 4 компонента почв: минеральная основа (50 - 60%), органическое вещество (до 10%), воздух (15 - 25%), вода (25 - 35%).

Докучаев указывал 5 основных почвообразующих факторов: климат, геологическая основа (материнская порода), топография (рельеф), живые организмы и время. Почвы различаются по возрасту, структуре, механическому составу, химизму, животному и растительному населению.

Зональные почвы – соответствуют климатическим условиям географических зон. Для территории Беларуси – подзолистые и дерново-

подзолистые. *Азональные* – встречающиеся в разных географических зонах (болотные, аллювиальные).

Гуминовые вещества – конечный продукт разложения отмерших организмов их частей. В зависимости от физико-географических условий, богатства видового состава почвенной фауны и видов растений при разложении опада образуются различные гуминовые вещества. При сильноокислой реакции получают главным образом фульвокислоты, переходящие в результате полимеризации в гумолигнинные кислоты. Гумолигнинные кислоты играют главную роль в *грубом гумусе (мор)*, типичном для хвойных лесов и торфа верховых болот. Грубый гумус беден азотом и очень медленно разлагается. Присутствие смол и дубильных веществ в подстилке хвойных лесов и под зарослями *Ericaceae* обуславливает бедность почв животными-деструкторами и благоприятствует грибам. В грубом гумусе в большинстве случаев можно легко различать клеточную структуру растительных тканей.

В слабощелочных почвах (с CaCO_3) животные-деструкторы гораздо многочисленнее, так же как и бактерии, тогда как грибы отходят на задний план. Гуминовые кислоты содержат в молекулах до 5% азота, аморфны и образуют с известью нерастворимые гуматы кальция, придающие комковатую структуру. Возникает *мягкий гумус, или мулль*, активный и быстрее разлагающийся. Такие почвы отличаются хорошей аэрацией и оптимальной влагоемкостью, а также высоким содержанием питательных веществ. Особенно благоприятны для образования мягкого гумуса условия в злаковых степях. Черноземам присуще большое плодородие, запас азота в верхних 30 см составляет около 16000 кг/га, так что при возделывании зерновых его достаточно на 200 лет.

Промежуточное положение занимает *модер*. В нем еще можно распознать отдельные растительные остатки.

Скорость минерализации и разложения гумуса в почве при благоприятных условиях влажности очень сильно зависит от температуры. Низкие температуры задерживают распад органических веществ. Во влажных тропиках разложение идет так быстро, что почвы практически лишены гумуса (весь запас питательных веществ биогеоценоза содержится в фитомассе живых растений). В тундре происходит наоборот значительное накопление гумуса. Типы почв:

1. Арктические и тундровые (гумуса до 1 -3 %)
2. Подзолистые (хвойные леса, гумуса до 4-5 %).
3. Черноземы (степь, гумуса до 10 %).
4. Каштановые (в сухих степях, гумуса до 4%).
5. Серо-бурые (пустыни субтропические пояса, гумуса 1- 1,5%).
6. Красноземы (влажный субтропический лес, гумуса до 6 %).

Под эндогенным почвообразованием понимается процесс развития почв на первичных субстратах (торф, глина, песок, скалы) в

результате собственной жизнедеятельности биогеоценоза. В зависимости от увлажнения, трофности, механического состава, баланса солей и некоторых других черт первичного субстрата, процесс почвообразования идет несколькими путями.

Например, почвообразование на болотах начинается в условиях сильной переувлажненности. Из-за избытка влаги недостаток кислорода крайне затрудняет гумификацию и минерализацию органического вещества растительного опада. Со временем накапливаются мощные слои торфа. Торф, все выше поднимая дневную поверхность над уровнем зеркала грунтовых вод, способствует изменению увлажненности ее в сторону мезофильности. В верхних слоях увеличивается количество видов и численность почвенных организмов, которые постепенно разрыхляют торф. Улучшившиеся условия аэрации способствуют ускорению разложения органики. Торф обогащается минеральными и гуминовыми веществами, происходит формирование почвенных горизонтов. Скорость гумификации и минерализации органики возрастает до тех пор, пока не установится состояние равновесия между накоплением и разложением, что характеризует зрелые почвы, соответствующие климатическим зонам, в пределах которых они образуются. Почвообразование по описанной схеме характерно для северной части Беларуси, так как эта территория отличается большим количеством послеледниковых озер с обильным выходом грунтовых вод, что благоприятствует развитию олиготрофных (на водоразделах) и евтрофных (в понижениях) болот. Наблюдаются три ряда почвообразовательного процесса, берущие начало на болотах, различающихся минеральным богатством вод: олиготрофный, мезотрофный, евтрофный. С ходом формирования почв, отличия инициальных стадий сильно сглаживаются и становятся неразличимыми к более зрелым стадиям. Все разнообразие почв любого региона формируется в рамках динамически стабильной системы биогеоценозов, обусловленной условиями макроклимата.

Показатель pH различных почв от 3,0 до 9,0 и даже до 10,0. Кислотность повышают ионы водорода, алюминия, магния, щелочность – натрия и гидроксидов. Большинство растений предпочитает нейтральную, слабокислую или слабощелочную реакцию почвенного раствора (pH 6,5-7,5). К *очень кислым* (pH 3,0-3,5) относятся торфяники и оподзоленные лесные почвы. К *кислым* (pH 4,0-5,0) – большинство дерново-подзолистых почв и почвы влажных субтропиков. К *слабокислым* – северные черноземы. *Нейтральными* считаются мощные и обыкновенные черноземы и бурые почвы сухих степей. *Щелочными* – сильно карбонатные сероземы полупустынь, солонцы.

pH могла бы служить индикатором богатства почвы питательными веществами: щелочные почвы богаче, чем кислые грубогумусовые почвы.

Ацидофильные виды растений нетребовательны к богатству почв. Наиболее ацидофильными видами принято считать чернику, ландыш, колосок душистый, вереск, мхи и др. Кислотоустойчивы и некоторые культурные виды – чай, лен, люпин, картофель, тимофеевка. Для люпина и картофеля значения pH 4,0-5,0 считаются оптимальными. К базофильным относятся мать-и-мачеха, клевер луговой, костер безостый, ветреница, хохлатка, володушка, черемша, горошек посевной и др. Свекла, люцерна, клевер не переносят кислых почв, а предпочитают нейтральные или слабощелочные с pH 7,0-8,0. В отношении культурных форм четко выявляется не только видовая, но и сортовая реакция растений. Очень устойчивы как к высоким, так и к низким значениям pH низшие организмы. Плесени, к примеру, способны существовать в интервале pH от 3,5 до 9,0, клубеньковые бактерии – от 4,0 до 10,0.

Соли всегда имеют морское происхождение. Внутри материков они высвобождаются при выветривании пород, представляющих собой морские отложения. Для большинства растений легко растворимые хлориды и сульфаты токсичны. На засоленных почвах – лишь те виды, протоплазма которых устойчива к солям – галофиты. Для регуляции содержания солей в вакуолях галофиты имеют солевые железы и способны активно выводить избыток солей. У многих галофитов – суккулентные листья или стебли, благодаря чему может происходить некоторое разбавление солевого раствора.

Многие виды чувствительны к содержанию в почве кальция, азота и других элементов. Крапива двудомная, белена черная, дурман обыкновенный – нитрофилы.

У всех почв, содержащих известь, pH выше 7,0.

Соли тяжелых металлов (меди, свинца, цинка и др.) для большинства растений ядовиты. Лишь немного видов могут расти на таких почвах и, разумеется, почти не испытывать конкуренции со стороны других растений. Например, один из подвидов минуарции весенней (*Minuartia verna* subsp. *hercynica*) встречается только в районе выхода на поверхность медистых сланцев и растет на отвалах, возникших при разработке этой горной породы.

Особое значение имеет в почве *ризосфера*, т. е. ближайшее окружение корней растений, в котором обнаруживается наибольшее количество микроорганизмов. Обильнее всего микрофлора на корневых волосках. Богатство микробами в ризосфере обусловлено выделениями корней (сахара, аминокислоты, органические кислоты, нуклеотиды, фосфатиды, витамины). У бобовых преобладают азотистые соединения, у хлебных злаков – углеводы и органические кислоты. Флора ризосферы у бобовых особенно богата (не говоря об азотфиксирующих бактериях), и почвенное дыхание полей бобовых очень интенсивно.

Почвенные частицы удерживают около себя некоторое количество воды. *Гигроскопическая вода* – адсорбируется за счет водородных связей на поверхности частиц, удерживается даже в очень сухих почвах. В глинах ее до 15% веса почвы. *Капиллярная вода* – удерживается силами поверхностного натяжения, может подниматься по порам к поверхности и испаряться. Играет наибольшую роль в водоснабжении растений. *Гравитационная вода* свободно просачивается сквозь почву до водоупорного слоя.

В почвах наблюдаются суточные и годовые колебания температуры.

1. Период колебаний температуры почвы не зависит от глубины и физико-химических свойств грунта. Суточный термальный цикл длится 24 часа, годовой цикл – 12 месяцев.

2. Амплитуда температуры почвы изменяется с глубиной: при увеличении глубины в арифметической прогрессии амплитуда убывает в геометрической.

Экологические группы почвенных организмов: *геобионты* – постоянные обитатели почвы (дождевые черви); *геофилы* – животные, часть цикла развития которых обязательно проходит в почве (большинство насекомых в стадии личинок или куколок); *геоксены* – животные, посещающие почву в качестве укрытия или убежища (живущие в норах).

По размерам почвенные организмы делятся на 3 группы:

микробионты (водоросли, бактерии, грибы, простейшие),

мезобионты (почвенные нематоды, личинки насекомых, клещи и т.п. Питаются в основном бактериями и детритом),

макробионты (крупные насекомые, дождевые черви, и др. вплоть до роющих позвоночных).

Паразиты, поселяясь внутри (*эндопаразиты*) или на поверхности другого организма (*экзопаразиты*), используют его для своей жизни, в первую очередь для питания. Организм хозяина для паразита – это специфическая среда жизни, отличающаяся постоянством экологических характеристик.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. *Изучить свойства почв (рН, буферность, содержание воды и органического вещества, механический состав).*

а) Определить рН почвенных образцов: из образцов почв разных типов отобрать по 1 см³, поместить в пробирки и добавить по 1 см³ сульфата бария (для осаждения коллоидной глины). Прибавить по 10 мл дистиллированной воды, энергично встряхнуть и дать отстояться в те-

чение 5 минут. Определить pH почвенного извлечения с помощью универсального индикатора. Сравнить, записать результат.

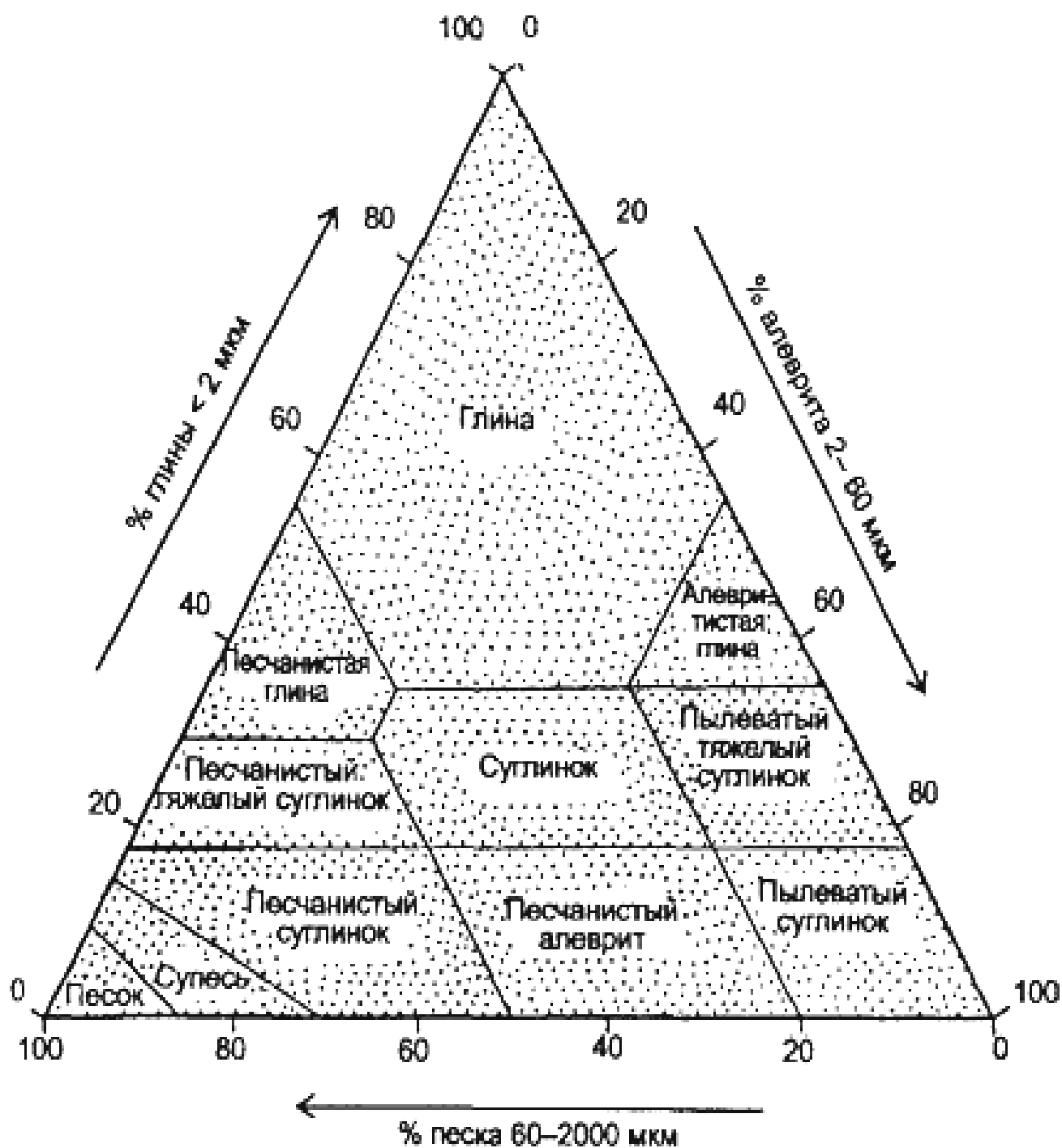


Рис. 3.1. Диаграмма-треугольник (треугольник Ферре).

б) Провести гранулометрический анализ почвенного образца: поместить 100 см^3 почвы в мерный цилиндр, залить водой и встряхнуть, оставить на несколько часов для осаждения. Измерить объем образовавшихся фракций почвенного образца.

Сделать вывод о механической структуре почвенного образца по треугольной диаграмме (рис. 3.1).

в) Рассчитать содержание воды и органического вещества в почвенном образце если после неоднократного нагревания до 110°C в течение 24 часов и охлаждения в эксикаторе влажный почвенный образец весом в 60г приобрел постоянную массу 45г. После высушивания, его несколько раз прокаливали в тигле до красного цвета в течение 1 часа и охлаждали в эксикаторе. Последние два взвешивания показали массу 39г.

г) Определить буферность почв: приготовить раствор уксусной кислоты с рН 4. Положить в стеклянную воронку бумажный фильтр, наполнить его почвой. Почву не уплотнять. Держа воронку над химическим стаканом, медленно влить немного раствора уксусной кислоты в почву. С помощью индикаторной бумаги установить уровень рН собравшегося в стакане раствора. Записать результаты. Повторить опыт с другими образцами почв.

Отличается ли рН собранной воды от рН первоначального раствора? В какую сторону? Какие в-ва можно добавить в почву, чтобы увеличить её буферную способность?

Задание 2. Изучить анатомические адаптации растений разных экологических групп по отношению к воде.

Рассмотрев постоянные и временные микропрепараты срезов стеблей и листьев предложенных видов растений, заполните таблицу.

Таблица 3.1

АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗНЫХ РАСТЕНИЙ

	Характеристика растений	Рдест блестящий	Ирис желтый	Клевер луговой	Алоэ древовидное
1.	Толщина кутикулы эпидермы				
2.	Развитие механической ткани				
3.	Палисадный мезофилл (число рядов)				
4.	Губчатый мезофилл (степень развития)				
5.	Наличие аэренхимы				
6.	Наличие водоносной паренхимы				
7.	Расположение и обилие устьиц				
8.	Условия водного режима в месте обитания растения				
9.	Экологическая группа растений по отношению к воде				

Занятие 4

ДЕМЭКОЛОГИЯ. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ (ЛР). РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

усвоить основные понятия демэкологии. Научиться анализировать структуру популяций ЛР и ее динамику.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Популяция как саморегулирующаяся система. Современные представления о популяции. Основные параметры популяции: плотность и численность. Кривые выживания. Динамические характеристики популяции. Факторы регуляции численности популяций. Структура популяций. Принцип В.Олли.

2. Принципы эксплуатации популяций лекарственных растений. Генетическая и фенетическая гетерогенность природных популяций лекарственных растений как основа их рационального использования, скорость восстановления зарослей лекарственных растений, определение наиболее рациональных режимов заготовки сырья.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 57 - 66.
2. Радкевич В.А. Экология. – Минск: Выш. школа, 1997 – С. 73-87.
3. Бигон М., Харпер Дж., Таундсен К. Экология. Особи. Популяции и сообщества. – М.: Мир, 1989. – Т.1. – С. 176-280.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 4, часть 1)

4.1. Понятие «популяция» как научный термин впервые использовано в генетике Г. Иоганнсенем (1903 г.). Наиболее полно отражает современное представление о популяции следующее определение: **популяция – минимальная самовоспроизводящаяся группа особей одного вида, на протяжении эволюционно длительного времени населяющая определённое пространство, образующая собственное экологическое гиперпространство** (Яблоков, 1987).

Минимальная самовоспроизводящаяся группа – это группа особей, которой присуща эволюция. *Минимальный размер для самовоспроизводства* на протяжении длительного числа поколений обозначает численность, достаточную для выживания популяции при резких изменениях факторов среды.

Собственное экологическое гиперпространство: концепция экологической ниши как собственного многомерного пространства в биологическом и физическом пространстве приложима и к популяции.

Популяция как первая надорганизменная биологическая макросистема обладает определенными параметрами: плотностью, рождаемостью, смертностью, структурой (пространственная, половая, возрастная, генетическая и т.д.), способностью к переселению.

Численность популяции – общее количество особей, полный подсчет которых почти всегда невозможен. Поэтому реальной мерой обилия является *плотность популяции* – величина популяции (численность, биомасса) отнесенная к единице пространства (площадь, объем).

Любой природной популяции свойственно изменение численности. Этот процесс обусловлен основными динамическими характеристиками:

- *рождаемость* – количество особей (яиц, семян и т.д.), производимых одной самкой в единицу времени. Для человека рождаемость – количество родившихся на 1000 населения в год. Существует понятие *максимальная рождаемость* (абсолютная, физиологическая) – максимально возможное количество особей, производимых в идеальных условиях. Это постоянная величина для каждого вида. Реальная рождаемость зависит от величины популяции, ее структурных особенностей, условий среды. *Повозрастная рождаемость* – рождаемость в разных возрастных группах.

- *смертность* – кол-во особей, умерших в единицу времени в расчете на особь в популяции.

- *иммиграция* и *эмиграция* – вселение и выселение особей в единицу времени на особь популяции.

Эти характеристики сильно варьируют с возрастом. Поэтому целостное представление о популяции дают кривые выживания. Три типа:

1) смертность одинаковая во всех возрастах. Характерен для птиц и многих других животных, например, гидр, ящериц.

2) очень высокая смертность на ранних стадиях развития (тип устрицы) – у организмов с большой плодовитостью и отсутствием заботы о потомстве (все водные беспозвоночные, рыбы, большинство насекомых).

3) смертность до определенного возраста низкая, затем быстро возрастает (большинство млекопитающих).

По характеру изменения численности популяции разделяются на три группы: 1) *стабильные* (очень редки), 2) *растущие*, 3) *сокращающиеся* (реликтовые растения и животные).

Саморегулирующаяся система не замкнута, активно взаимодействует с окружающей средой и подвержена изменениям, как циклическим, так и необратимым. Для популяции каждого вида всегда имеются верхние и нижние пределы плотности, за границы которых она выходить не может.

Сезонное изменение численности характерно практически для популяций всех видов. Сезонные колебания численности могут быть очень значительными (у некоторых насекомых в 1300 - 1500 раз). Характер сезонной динамики популяций может сильно различаться из года в год, и эти различия определяют так называемую годовую или межгодовую изменчивость. Особый интерес представляют циклические изменения численности. Четко выражены два цикла: 3-4 года (лемминг) и 10-11 лет (заяц-беляк, рысь). Многие ученые связывают цикличность изменений численности с активностью Солнца. Связь с солнечной ак-

тивностью установлена для численности сибирского шелкопряда, эпизоотий чумы, многих вредителей леса, полевок, землероек, кротов. Но есть немало других природных процессов, влияющих на это. Многолетняя цикличность – форма существования природных сообществ.

Согласно современной теории, **колебания численности популяций – автоматически регулируемый процесс, складывающийся из отклонений, вызванных случайными воздействиями среды (модифицирующие факторы), и стабилизирующего действия биотических характеристик, функционально связанных с плотностью популяций (регулирующие факторы).**

Любой фактор может действовать на популяцию в связи с плотностью, такой фактор называется зависимым от плотности (ЗП). Влияние ЗП-факторов проявляется при росте дрожжей в непроточной культуре, когда сопротивление среды (в данном случае – накопление вредных метаболитов) прямо пропорционально плотности. Как правило, независимые от плотности (НЗ) – это абиотические (климатические, физические и др.), ЗП – биотические (конкуренция, паразиты, влияние эндо- и экзо-метаболитов).

В большинстве случаев неизбежно взаимодействие НП и ЗП-факторов. Например, погодные условия влияют на скорость развития, выживаемость, плодовитость насекомого-фитофага. Но, в то же время они влияют и на состояние кормового растения. В результате, рост насекомого будет находиться под непосредственным и опосредованным (через кормовое растение) влиянием погодных условий.

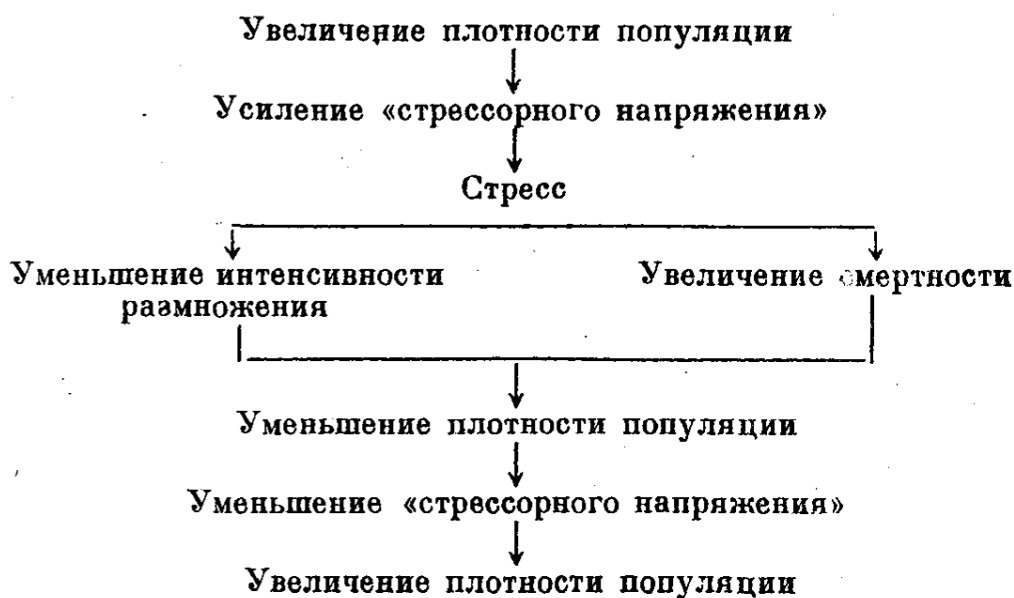


Рис. 4.1. Схема зависимости плотности популяции от интенсивности воздействия среды.

Поддержание популяцией внутренней стабильности с помощью собственных регулирующих механизмов называется *гомеостазом*, а колебание численности популяции в пределах средней величины – *динамическим равновесием*. Гомеостаз поддерживается факторами, зависящими от плотности. Для каждого вида имеется определенный оптимум плотности популяций, при отклонении от которого включаются соответствующие механизмы регуляции.

У многих организмов при увеличении плотности популяции уменьшаются размеры особей, снижается их плодовитость, увеличивается смертность на ранних стадиях развития, замедляется наступление репродуктивного периода, изменяется соотношение полов и т.д. Нередко у животных при чрезмерном возрастании плотности популяции стимулируется каннибализм. Важнейшим механизмом регуляции является также эмиграция, когда происходит выселение части особей в менее предпочитаемые ими места обитания.

У растений в переуплотненных популяциях наблюдается уменьшение количества семян, острая конкуренция за свет и влагу, в результате которой часть растений погибает.

Чтобы реально оценить численность необходимо учесть, что природным популяциям свойственны различные пространственные структуры. Различают три главных типа распределений особей в пространстве:

Равномерное – может встречаться там, где между особями сильна конкуренция или существует антагонизм, способствующий равномерности распределения.

Случайное – при невысокой численности и малой конкуренции, наблюдается, когда среда однородна и особи не стремятся объединяться в группы. В природе встречается редко.

Агрегированное – самое распространенное. Причины агрегированности разнообразны: 1- локальные различия в местообитании, т.е. биотопическое разнообразие, 2- суточные и сезонные изменения погодных условий, 3- особенности размножения, 4- социальное поведение. У растений агрегированность может быть обусловлена первыми тремя причинами. У животных – всеми четырьмя. Например, чем менее подвижны стадии расселения, тем выше агрегированность: у дуба, хурмы семена не имеют специальных приспособлений для расселения, и дочерние особи прорастают рядом с материнской. Агрегированность может играть положительную роль – когда группа растений лучше противостоит ветру или способствует уменьшению потери воды по сравнению с одиноким растением. Но есть и отрицательный эффект – конкуренция за свет и минеральные ресурсы.

Принцип В.Олли: **недонаселенность (отсутствие агрегации) и перенаселенность могут оказывать лимитирующее влияние на выживаемость и скорость роста популяции.**

Успешная агрегация у высших животных с социальным поведением называется *образованием безопасных поселений*. Вероятно, городская агрегация благоприятна для человека лишь до определенной плотности. С увеличением ее увеличивается стресс.

Под *структурой* популяции понимается *определенное количественное соотношение особей в популяции по тому либо иному признаку и свойству*. Различают возрастную, половую, размерную, генетическую, фенетическую, этологическую и многие другие структуры.

Половые внутривидовые группировки формируются на основе неодинаковой морфологии и экологии различных полов. Они часто различаются и по характеру питания (у многих комаров самцы добывают сок растений, а самки – кровососущие паразиты). Особи разного пола могут большую часть года жить раздельно, например, морские котики.

Половая структура популяции характеризуется первичным (при формировании зигот), вторичным (у новорожденных) и третичным (в момент наступления половой зрелости) соотношением полов. *Первичное* соотношение полов определяется в процессе мейоза обычно близко 1:1. *Вторичное* – когда на генетическую обусловленность накладывается влияние экологических факторов. У некоторых животных (рыб, амфибий) – температура или концентрация гормонов могут влиять на развитие таким образом, что половой фенотип не будет соответствовать хромосомному набору. Теоретически это возможно у всех позвоночных, поскольку гонады у них закладываются сначала как бисексуальные образования. *Третичный* состав полов весьма динамичен. Существует общая для человека и других млекопитающих закономерность – уменьшение доли самцов в старших возрастных группах.

По отношению к популяции выделяют обычно три экологических возраста: *предрепродуктивный, репродуктивный, пострепродуктивный*. Длительность каждого из них сильно варьирует. *Возрастная структура* определяется:

- 1) продолжительностью предрепродуктивного возраста,
- 2) общей продолжительностью жизни,
- 3) продолжительностью периода размножения,
- 4) временем генерации,
- 5) частотой приплодов,
- 6) характером кривой выживания в разных возрастных группах.

Все эти параметры видоспецифичны, однако, в каждой конкретной популяции они формируются под влиянием среды. Поэтому структура популяции изменчива в изменяющихся условиях среды.

При благоприятных условиях в стабильной популяции присутствуют все возрастные группы, молодые и старые в соотношении 1:1. В сокращающихся популяциях преобладают старые особи, неспособные интенсивно размножаться. В быстро растущих популяциях преобладают молодые особи.

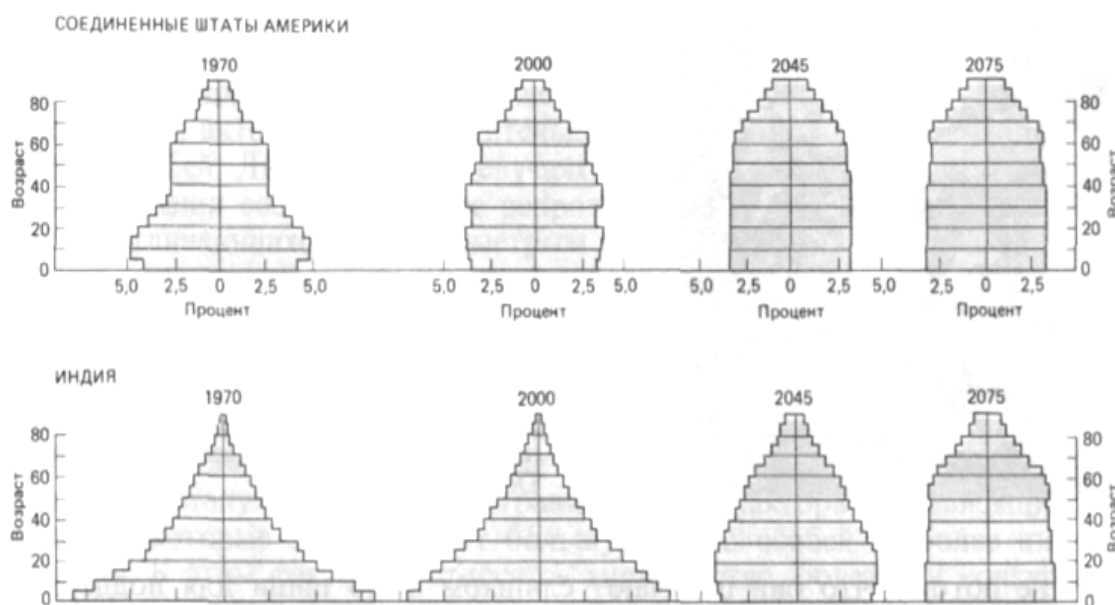


Рис. 4.2. Возрастная структура населения США и Индии, которая будет складываться по мере замедления роста численности.

Скорость размножения. Наиболее важные показатели скорости популяционного роста – это чистое воспроизведение или чистая скорость размножения (R_0), время генерации (T), врожденная скорость популяционного роста (r). *Чистая скорость размножения* (R_0) – это среднее число потомков, произведенных одной особью за всю жизнь. Популяция растет, если $R_0 > 1$, стационарна, если $R_0 = 1$ и сокращается, если $R_0 < 1$.

Виды, которые имеют высокое значение врожденной скорости популяционного роста, называются *r-видами*. Виды с *r*-стратегией быстро заселяют новые местообитания, быстро используют доступные ресурсы и замещаются другими, т.е. данное местообитание они занимают лишь в течение жизни одного, максимум нескольких поколений (бактерии, насекомые, однолетние растения).

Виды с относительно низким значением врожденной скорости называются *K-видами*. Виды с *K*-стратегией более конкурентноспособны и вытесняют *r*-виды, образуя стабильные сообщества. Между этими крайними типами существует ряд промежуточных.

Функциональные группировки тесно связаны с первыми двумя, поскольку разные возрастные и половые группы могут обеспечивать

различные функции. Особенно четко прослеживаются у животных, развивающихся с метаморфозом.

4.2. Важнейшим проявлением сложности генетической структуры популяции является **внутрипопуляционный полиморфизм, т.е. длительное сосуществование двух и более генетически различных форм** (в таких соотношениях, что частоту даже наиболее редкой формы нельзя объяснить только повторными мутациями).

Сложность непосредственного изучения генетической гетерогенности популяций способствовала развитию *фенетики*, отличающейся собственным новым методологическим подходом. Этот подход заключается в выявлении и изучении дискретных вариаций любых признаков (морфологических, физиологических и др.), маркирующих своим присутствием генетические особенности разных групп особей внутри вида. **Фен – это дискретная вариация какого-либо признака или свойства, неделимого без изменения качества.** Фены в определенной мере отражают генотип особи, а частота их встречаемости – особенности генетической структуры популяции. Вариации признаков гороха, выбранные Г. Менделем, вполне отвечают понятию фен: они дискретны, альтернативны, своим присутствием маркируют тот или иной генотип, **а их частоты могут маркировать генетические особенности групп особей – линий, сортов и т.п.**

Знание фенетической структуры помогает в определении границ популяций. Популяции должны отличаться друг от друга по концентрации разных фенов. Поэтому, если при исследовании в природе наблюдается резкий перепад в частотах каких-либо фенов, то можно предположить прохождение межпопуляционной границы. Известный литературный пример: граница двух популяций *Arphia conspersa* – глубокий каньон в штате Колорадо, непреодолимый для них. По разные его стороны обитают две разные популяции, что подтверждается разной встречаемостью особей с желтой и оранжевой окраской.

Знание популяционных характеристик лекарственных растений имеет особую важность для рационального режима заготовки. Ландыш майский – мезофитное растение, образует плотные заросли на слабокислых почвах: в дубравах, сосняках, ельниках, а также образовавшихся после их вырубки березняках и осинниках. Южную границу его ареала определяет недостаток влаги, а северную – недостаток тепла. При достаточно широком экологическом спектре, максимальная урожайность надземной части ландыша достигается в дубравах. Кроме того, они имеют различия в численности, продуктивности, степени развития особей. Быстрее всего заросли ландыша восстанавливаются в дубравах, т. е. там, где для этого вида имеются оптимальные условия. Полное восстановление биомассы происходит здесь за 2 года. В сосняках же за этот период восстанавливается только 55 % биомассы. Но для восстановле-

ния структуры популяции необходимо более длительное время. Поэтому рекомендуется заготавливать ландыш в зоне широколиственных лесов 1 раз в 4 года, а в более северных регионах – 1 раз в 5-6 лет. Следовательно, режимы заготовок ландыша на разных территориях должны быть неодинаковыми.

Крушина ломкая растет в виде разреженного подлеска в мелколиственных, хвойных и смешанных лесах. Нередко крушину можно встретить и на вырубках вместе с ольхой серой и березой повислой, где складываются оптимальные условия для полноценного развития крушины. Здесь ее популяции восстанавливаются за 3 года. Лесные популяции при одинаковом способе заготовок восстанавливаются на 48 % в березняке и только на 18 % в ольшанике. Поэтому систематическую заготовку коры следует проводить только на вырубках, а под пологом древостоя возможна лишь разовая заготовка.

Скорость восстановления зарослей лекарственных растений напрямую зависит и от антрополических факторов. В качестве примера можно привести эксперимент с различными способами заготовки сырья зверобоя продырявленного. Зверобой произрастает по опушкам хвойных и смешанных лесов, на лугах, по берегам рек и озер, на залежах. На суходольном лугу с участием многочисленных злаков, пижмы, клевера и других растений провели 3 варианта заготовок:

- 1 – ежегодные заготовки,
- 2 – с однолетним интервалом после двух лет заготовки,
- 3 – с однолетним интервалом после одного года заготовки.

Средняя сырьевая продуктивность в течение первых трех лет оказалась самой высокой в 1 варианте (1116 кг/га воздушно-сухого сырья). Во 2-м – 86% от первого варианта, и в 3-м – 69 %. Казалось бы, наиболее рациональным режимом заготовок следует признать первый вариант. Однако, ежегодные заготовки ведут, во-первых, к полному уничтожению заросли, а во-вторых, уже через 4 года такой эксплуатации сырьевая продуктивность зверобоя снизилась в 20 раз. В-третьих, химический анализ сырья дал низкие показатели по содержанию действующих веществ. Таким образом, режим заготовок с однолетним интервалом через каждые 2 года оказался наиболее предпочтительным.

Значительно большее время на восстановление требуется тем растениям, у которых заготавливаются подземные органы. Например, после заготовок корневищ диоскорей nipпонской, пиона уклоняющегося, папоротника мужского или горца змеиногo необходим перерыв в 20 - 30 лет.

В тех случаях, когда лекарственным сырьем является «травa», период восстановления популяций можно определить в прямом эксперименте, имитирующем заготовку. Для этого делается детальная эколого-ценотическая характеристика участков заготовки, которая включает

сведения о высоте, численности, густоте растений, их биомассе, участии в структуре сообщества и т.д. как на участке заготовки, так и на контрольном участке. Затем производится заготовка при разных режимах. Заросль считается восстановившейся, когда полученная вновь экологическая характеристика участка заготовки приближается к исходной и совпадает с таковой контрольного участка.

Гораздо сложнее определить сроки восстановления зарослей тех растений, у которых заготавливаются медленно отрастающие органы или их части (корни, корневища). В этом случае экспериментальное изучение сроков восстановления нерационально из-за необходимости очень продолжительного периода наблюдений. Поэтому сроки восстановления определяют по продолжительности накопления сырьевой фитомассы, т.е. по среднему возрасту растений.

Эксплуатация любого вида должна осуществляться на основе научно обоснованного режима, который предусматривает меры по охране и обеспечению естественного возобновления. Основные принципы рационального использования лекарственных растений:

1. Правильное планирование и районирование заготовок сырья – это создание целевых долгосрочных программ ресурсоведческих исследований отдельных регионов. Разработка рекомендаций по размещению заготовок лекарственных растений и регулированию их объема.

2. Учет биологических особенностей лекарственных растений – установка режимов и способов сбора сырья.

3. Нормирование заготовок сырья.

4. Соблюдение способов и правил заготовки сырья.

5. Поиск новых, перспективных для использования видов.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. *Оценить воздействие рекреации на выживание и успешность размножения популяций вереска.*

Семена вереска высевали на экспериментальных участках, огороженных с целью их защиты (А), и на контрольных – неогороженных (В). Площади А и В участков составляли по 36м². Исследование начато в 2000 г. Осенью 2003 г. вереск, выросший из семян впервые зацвёл и дал плоды.

- а) Установить степень выживания проростков за первый зимний период при разных режимах.

б) Установить разницу выживания растений через 1,5 и 2,5 года при разных режимах (в % к исходной численности).

в) Оценить длину побегов на участках А и В.

г) Сравнить общую биомассу однолетних растений на участках А и В.

д) Сделать вывод о влиянии рекреации на проективное покрытие.

ж) Сделать заключение о влиянии рекреации на репродуктивную способность растений вереска, подсчитав количество коробочек на 1 м².

Как изменяются показатели характеризующие популяции под влиянием рекреации?

Таблица 4.1

**ПОКАЗАТЕЛИ, ХАРАКТЕРИЗУЮЩИЕ СОСТОЯНИЕ
ПОПУЛЯЦИЙ ВЕРЕСКА**

Показатель	Время учёта		Огорожен. (А)	Контроль (В)
Кол-во проростков вереска на 1 м ²	Сентябрь	2000	110	132
	Апрель	2001	95	73
Общее кол-во растений вереска (на 36 м ²)	Август	2001	3648	1505
	Август	2002	3417	1384
Средняя высота растений, мм	Сентябрь	2000	8,4	7,2
	Апрель	2001	79,9	45,6
Сухая масса 20 растений, г	Апрель	2001	9,4	2,5
Проективное покрытие вереска, %	Август	2002	26,7	6,2
	Август	2003	42,5	21,5
Число цветоносов вереска на площадке 0,1 м ²	Октябрь	2003	263	50
Число коробочек на 1 стебель	Ноябрь	2003	36,7	25,8

Задание 2. Оценить степень восстановления популяций брусники, голубики и черники в разных лесохозяйственных округах и на разных почвах, нарушенных в ходе заготовок ЛРС 10 лет назад.

а) Изучить таблицу 4.2. Оценить (в % к исходному проективному покрытию) степень восстановления общего проективного покрытия

ягодных кустарников отдельно в каждом лесохозяйственном округе на суглинистых и песчаных почвах.

б) Проследить восстановление общего проективного покрытия каждого вида в разных лесохозяйственных округах и на разных почвах в зависимости от степени нарушения. Выводы записать.

в) Построить диаграммы соотношений между брусникой, черникой и голубикой в исходных насаждениях и после умеренных (менее 30%) нарушений в среднетаёжных лесах на суглинистых и песчаных почвах. Отметить разницу в скорости возобновления видов.

Таблица 4.2

**ПРОЕКТИВНОЕ ПОКРЫТИЕ КУСТАРНИЧКОВ
В КОНТРОЛЕ И ПОСЛЕ ЗАГОТОВОК ЛРС
(числитель – почвы суглинистые, знаменатель – песчаные)**

Лесохозяйственный округ	Проективное покрытие ягодниками почвы, %													
	Исходные насаждения				Участки с нарушением									
					менее 30%					свыше 70%				
	Брусника	Черника	Голубика	Итого	Брусника	Черника	Голубика	Итого	В % к исходному	Брусника	Черника	Голубика	Итого	В % к исходному
При- тундро- вый	9	1	24	34	6	1	17	24		-	-	10	10	
	22	-	ед.	22	12	-	ед.	12		1	-	-	1	
Северо- таёжный	10	17	11	38	4	11	5	20		3	7	4	14	
	22	10	1	33	11	7	ед.	19		-	1	1	2	
Средне- таёжный	30	15	ед.	45	22	5	ед.	27		8	5	1	14	
	34	15	2	51	17	5	1	23		2	1	1	4	

Занятие 5

БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ. ДИНАМИКА БИОГЕОЦЕНОЗОВ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

усвоить роль биотических факторов в биоценозах, ознакомиться с различными типами биотических связей и структурой биогеоценозов. Сформировать понятие об экогенетических сукцессиях как основе восстановления нарушенных экосистем.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. **Типы взаимодействий организмов.** Межвидовая конкуренция (интерференционная и эксплуатативная), межвидовая кооперация, взаимодействия, основанные на контакте или на предоставлении убежища, пищевое использование одних организмов другими, протокооперация, закон конкурентного исключения Гаузе. Аллелохимические воздействия растений друг на друга, биологическое значение вторичных веществ.

2. **Биогеоценоз.** Понятие экосистемы, компоненты, структура. Виды эдификаторы, ключевые виды.

3. **Экогенетические сукцессии.** Понятие об экогенетических сукцессиях, общие закономерности сукцессий, внутренний механизм сукцессионных смен, устойчивое равновесие, признаки стабильности экосистем, резистентность, упругость. Классификация экогенетических сукцессий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 57- 73.
2. Радкевич В.А. Экология. – Минск: Вышэйшая школа, 1996. – С. 88-101, 107-123.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 4, часть 2)

5.1. Совокупность влияния жизнедеятельности одних организмов на жизнедеятельность других, а также на неживую среду обитания называется **биотическими** факторами. Они подразделяются на **внутри-видовые и межвидовые**. Внутривидовые – демографические, этологические (факторы поведения), конкуренция и др. Межвидовые биотические факторы разнообразны и могут быть как положительными, так и отрицательными: табл. 5.1.

Таблица 5.1

ХАРАКТЕРИСТИКА РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ БИОТИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ.

Тип взаимодействия	вид		Общий характер взаимодействия
	1	2	
Нейтрализм	0	0	Ни одна популяция прямо не влияет на другую
Конкуренция	-	-	Взаимное подавление обоих видов (прямое или косвенное при дефиците общего ресурса)
Аменсализм	-	0	Популяция 1 (аменсал) испытывает отрицательное воздействие популяции 2, но сама на неё не влияет
Паразитизм	+	-	Популяция 1 (паразит) состоит из меньших по величине особей, чем популяция 2
Хищничество	+	-	Особи хищников 1 обычно крупнее, чем особи жертвы 2
Комменсализм	+	0	Популяция 1 (комменсал) получает пользу от объединения, а популяции 2 это безразлично
Протокооперация	(+)	(+)	Взаимодействие благоприятно для обоих видов, но не обязательно
Мутуализм	+	+	Взаимодействие благоприятно для обоих видов и обязательно.

Живые организмы могут оказывать прямое, непосредственное влияние на другие организмы, например, одно дерево может оказывать механическое воздействие на другое дерево, изменяя направление его роста, а могут своим присутствием изменять режим абиотических факторов среды для других растений или животных. Такое воздействие называется косвенным, например, деревья создают тень для травянистых растений (изменяют интенсивность освещенности).

Организмы, использующие одни и те же ресурсы, являются конкурентами. **Конкуренция – взаимодействие организмов, при котором наблюдается взаимное угнетение, вызванное сходными потребностями в ограниченном ресурсе.** Если они одного вида – внутривидовая конкуренция, если относятся к разным видам – межвидовая конкуренция. Межвидовую конкуренцию разделяют на два типа – *интерференционную* и *эксплоатативную*. При эксплуатативной конкуренции популяции реагируют не друг на друга, а на количество доступной пищи, количество пространства или какого-либо другого ресурса, которое изменяется в результате действия популяций.

Интерференционная конкуренция – физическое вытеснение одного вида другим. Пример: физическое вытеснение на территории Восточной Европы европейской норки интродуцированным видом – норкой американской. Многолетние наблюдения за динамикой популяций этих видов на северо-востоке Беларуси показали снижение выживаемости мелких особей европейской норки из-за прямой агрессии со стороны вида-интродуцента.

Два вида не могут существовать в одном местообитании, если их экологические потребности идентичны (закон конкурентного исключения Гаузе). Поэтому они обычно разобщены в пространстве или во времени: в разных биотопах, в разных ярусах леса, на разных глубинах и т.п.

Существует также *межвидовая кооперация*, которая, если становится необходимой, постепенно переходит в мутуализм.

Взаимодействия, основанные на контакте или на предоставлении убежища:

1) *комменсализм*, когда в преимущественном положении находится лишь тот из участников, который поселяется на другом. Примером постоянного комменсализма служат растения-эпифиты. Платаны, кора которых ежегодно полностью обновляется, почти не имеют эпифитов, тогда как дубы и пихты, для которых характерна шероховатая и постоянная кора, покрыты ими.

2) *мутуализм* - от сближения выигрывают оба партнера, например, *микориза* – сложная система взаимодействий корней растений и грибов. Для растений микоризные грибы играют жизненно важную роль в усвоении фосфора и других необходимых питательных веществ. Ино-

гда микориза бывает очень специфичной, когда один вид гриба взаимодействует только с определенным видом сосудистого растения или с группой родственных видов.

Опыление цветков насекомыми тоже может служить примером мутуализма. Многие антофильные насекомые используют лишь один вид растений. Ваниль у себя на родине опыляется особым видом перепончатокрылых. В других областях приходится прибегать к искусственному опылению. Напротив, соцветия сложноцветных и зонтичных посещаются насекомыми самых разнообразных видов.

Организмы могут вступать друг с другом в так называемые *топические связи*, т.е., одни из них могут создавать определенные физические или химические условия для других организмов (через изменение абиотических факторов). *Топические* связи играют важную роль в формировании биогеоценозов. Древесные растения могут предоставлять убежища для различных животных, которые прячутся под корой, строят гнезда и т.д.

Часто трудно определить тип взаимоотношений: жук *Lomechusa* питается яйцами муравьев рода *Formica*, но муравьи не трогают его, потому что в особых ямках на поверхности тела жука выделяется сладкий секрет, который муравьи с удовольствием потребляют.

Пищевое использование одних организмов другими. Хищничество – поедание одного организма другим. Хищники – свободные организмы, занимающиеся поисками живой животной пищи. Хищники бывают первого порядка (питаются травоядными животными) и второго порядка (нападают на более слабых хищников). Численность популяций хищника и жертвы тесно взаимосвязана.

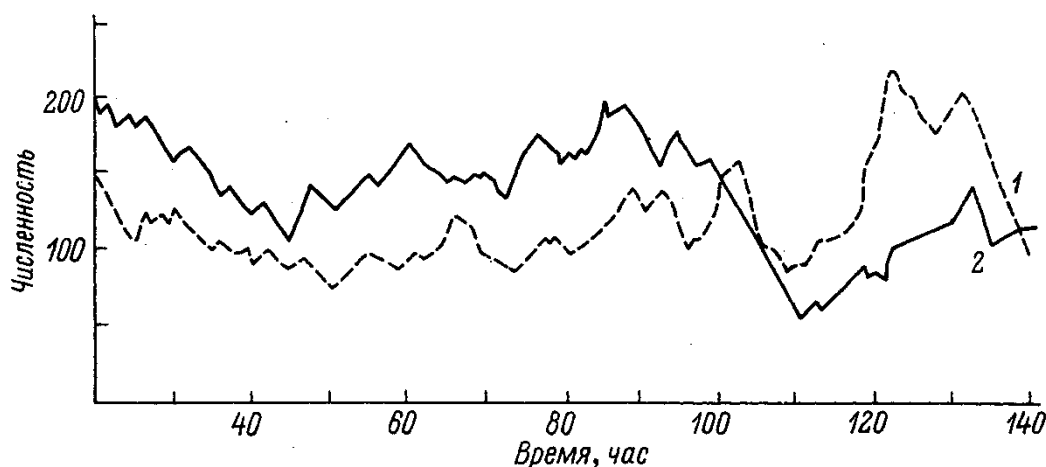


Рис. 5.1. Моделирование системы хищник-жертва (Уильямсон, 1975):
1 – численность жертвы, 2 - численность хищника.

Паразитизм – тип взаимоотношений, выгодный одной популяции и неблагоприятный для другой, причем первая популяция состоит из меньших по величине особей, чем вторая. Паразиты потребляют живое вещество или продукты его метаболизма, не убивая (во всяком случае, предварительно) своего хозяина.

Некоторые растения являются полупаразитами (погремок, омела). Типичные бесхлорофилльные паразиты – подбельник, петров крест, гнездовка. Много внутриклеточных паразитов среди низших грибов.

Протокооперация – взаимовыгодные отношения, при которых организмы не зависят друг от друга.

Очень трудно классифицировать организмы, живущие во внутренних полостях животных: бактерия *Euscherichia coli* и многие простейшие считаются простыми комменсалами, однако бактерии, вызывающие разложение целлюлозы на ассимилируемые организмом сахара, могут служить примером мутуализма.

Организмы химически влияют друг на друга. Примером этого большого класса взаимодействий являются вещества, выделяемые корнями: некоторые составляют пищу для микроорганизмов, окружающих корни, а некоторые действуют как химические сигналы, отпугивающие или привлекающие другие организмы.

Химические сигналы проявляются на разных уровнях жизни. Вещества, продуцируемые одними особями и воздействующие на другие особи того же вида – *феромоны*. Вещества, влияющие на межвидовые отношения, называются *аллелохимическими*. Различают *коллины* – агенты влияния высших растений на высшие, *фитонциды* – высших на низшие, *антибиотики* – низших на низшие, *марамины* – низших на высшие.

Все высшие растения содержат ***вторичные вещества***, не присущие сразу всем видам растений. В химическом отношении эти вещества принадлежат к трем широко свойственным растениям группам и большому числу мелких.

1. *Группа фенолов*. Фенольные соединения, включая продукты разрушения танинов и лигнинов, обильны в почвах и образуют основную часть мертвого органического вещества на Земле (каменный уголь, органика осадочных пород).

2. *Группа терпеноидов*. Выполняют многие функции, но большая их часть это средства защиты растений против врагов.

3. *Алкалоиды* обуславливают резкий вкус многих растительных тканей, а некоторые из них очень токсичны для животных.

4. Среди *малых групп* горчичные масла относятся к серосодержащим соединениям, распространенным в растениях семейства капустных. Цианиды семейства розовых – пример эволюционного совершенства, состоят из трех компонентов (фенольные в-ва, ядовитые циа-

ниды, сахар). Покрытие слоем сахара, делает соединение безвредным для самого растения. При разрушении в пищеварительном тракте животных, этот комплекс утрачивает свою безвредность. (Миндаль обладает типичным запахом цианида).

5. *Неорганические вещества.* Многие деревья тропиков и южного полушария, злаки накапливают кристаллы двуокиси кремния, что затрудняет поедание их животными.

Эффекты химического характера, когда одни высшие растения препятствуют росту других, называются аллелопатией. Водорастворимые вещества фенольной группы являются аллелопатическими в сообществах *Juglans*. Семена свеклы препятствуют росту других растений.

Существует химическая защита растений: многие биологически активные вещества (алкалоиды, таннины и другие фенольные соединения) вырабатывались, вероятно, в ответ на действия фитофагов. Когда гусеницы шелкопряда объедают листья дуба, в новых листьях, содержание таннидов и других фенольных соединений гораздо выше. что вероятно, затрудняет усвоение пищи насекомыми. При поедании побегов березы зайцами, новые побеги содержат больше смолистых веществ. Защитные вещества, вырабатываемые растениями, часто просто неприятны на вкус (горчичные масла). Хромены из класса фенольных соединений могут влиять на ювенильный гормон насекомых, который необходим для нормального протекания их жизненного цикла. Хорошо известна антибактериальная и репеллентная активность многих терпенов, входящих в состав эфирных масел. Поэтому эфирные масла часто входят в состав бактерицидных препаратов. Контактным ядом является и живица хвойных растений, которая дает им устойчивость к повреждению насекомыми-вредителями и болезням.

Таким образом, у высших растений имеется большое разнообразие химических веществ, для защиты от поедания животными и других врагов. Утрата токсинов в процессе искусственного отбора сказывается на культурных растениях, особенно плодовых, селекция которых шла на улучшение вкусовых качеств плодов.

Отношения растений и фитофагов привели в ходе эволюции к возникновению у растений широкого круга защитных приспособлений: шипов, колючек, плотного опушения. Например, коровяк (*Verbascum*) из семейства норичниковых покрыт плотным войлочным опушением, и на пастбищах остается нетронутым.

5.2. Биоценоз – организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, живущих совместно в одних и тех же условиях среды. Пространство с относительно однородными условиями, занимаемое и создаваемое биоценозом, называется *биотопом*. *Биоценоз образует с биотопом биологическую макросистему – биогеоценоз*. Термин "биогеоценоз" предложил В.Н. Сукачев в 1940 году. Примеры биогеоценозов: ельник кисличный, луг злаково-бобовый и др.

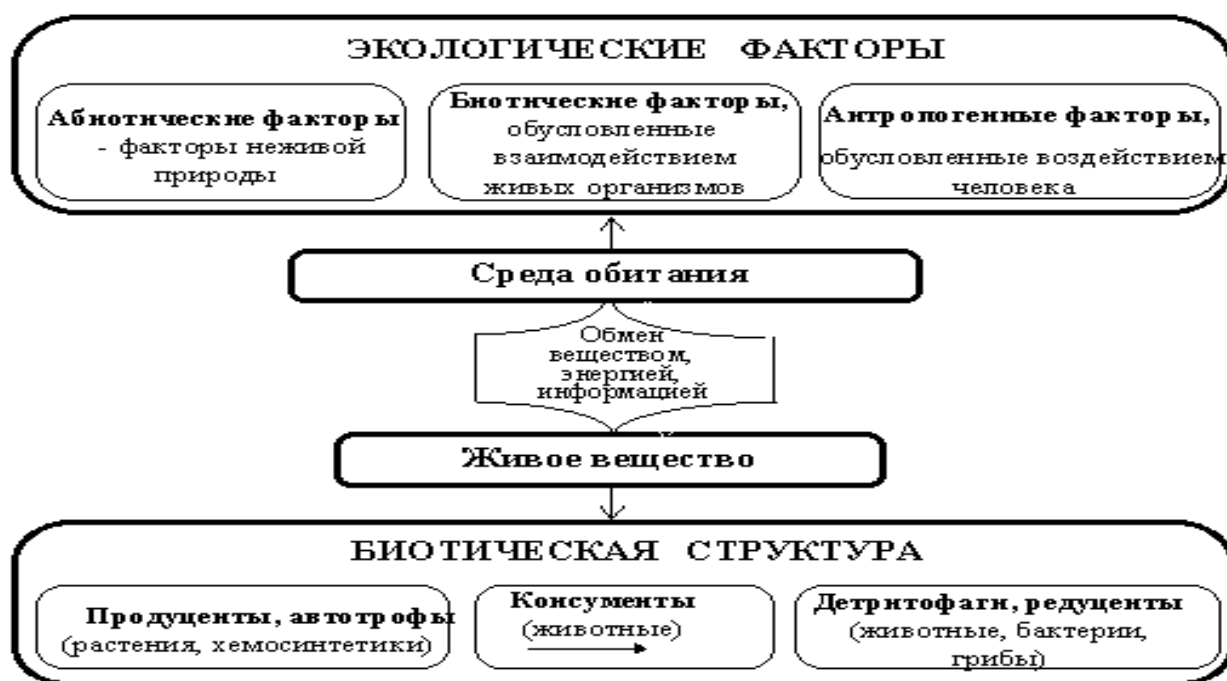


Рис. 5.2. Схема взаимодействия в биогеоценозе живого вещества и среды обитания.

«Биогеоценоз» и "экосистема" не тождественны. Экосистема – более широкое понятие (А.Тенсли, 1935). Биогеоценоз – это экосистема в границах одной растительной ассоциации (фитоценоза), экосистемой можно называть и макросистемы более высокого ранга.

Неживой компонент биогеоценоза – неорганические вещества, органические вещества и климатический режим. *Живой компонент* – следующие функциональные группы организмов:

1. *продуценты*, т.е. автотрофные организмы. Совокупность органического вещества, образуемого растениями данного сообщества, называют первичной продукцией;

2. *консументы*, животные организмы. Совокупность образуемого животными вещества называют вторичной продукцией;

3. *деструкенты* (редуценты). Гетеротрофные микроорганизмы (бактерии, грибы, простейшие), полностью разлагающие, т.е. минерализующие все растительные и животные остатки.

Биогеоценозы характеризуются определенной видовой структурой. Можно выделить один или несколько видов с наиболее высокой численностью или биомассой (более 5%) – *доминантные виды*. Например, дуб в дубраве, сосна в сосняке и т.д. *Субдоминанты* – 2-5%, *рецентные* (сопутствующие виды) – менее 2%. Между доминированием и видовым богатством (разнообразием) может быть как положительная, так и отрицательная корреляция.

Большинство видов в экосистемах не играют существенной роли в трансформации вещества и потоке энергии, но редкие виды важны для сохранения стабильности сообществ и экосистем во времени, так как именно видовое богатство в целом характеризует приспособленность сообщества.

Эдификаторы – виды, определяющие облик биоценоза, создающие условия жизни для других видов. Мощные эдификаторы: сфагновые мхи, ель. Виды, роль которых может быть критической для существования сообщества, называют **ключевыми**. Изъятие ключевого вида приводит к исчезновению ряда других видов. Ключевые виды могут быть редкими и обычными. Для прудов умеренной зоны это – амфибии.

Группы видов, сходных по экологическим (чаще пищевым) предпочтениям и функциям – **гильдии**. Гильдия – не таксономическая, а экологическая единица сообщества. К примеру: гильдия жуков копрофагов, гильдия птиц дуплогнездников.

Различные способы сочетания одновременно представленных в сообществе видов характеризуют его **структурно-функциональную организацию**:

1. Стратификационная структура (вертикальное расслоение, ярусность растительного покрова, структура почвенных профилей);
2. Характер активности (периодичность);
3. Структура пищевой сети (сетевая организация пищевых цепей);
4. Репродуктивные системы (ассоциации родителей и потомков, клоны растений и т.д.)
5. Системы взаимодействий (возникают в результате конкуренции, мутуализма и др.)
6. Социальные структуры (стаи, стада и др.).

В каждой экосистеме происходит постоянный круговорот веществ, это открытая система, так как есть приток энергии извне с солнечным излучением и приток вещества с осадками, при газообмене, отложении пыли, с попадающими сюда животными и т.д. С другой стороны, экосистема отдает энергию в виде излучения, турбулентности и т.д., а также теряет вещество в процессе газообмена, с фильтрующимися или стекающими водами, при распылении частей растений или с покидающими данную экосистему животными.

5.3. Экосистемы имеют периодичность изменчивости. Суточная, сезонная, годовая или многолетняя. Существуют и непериодические изменения активности и численности компонентов экосистем, связанные с действием нерегулярных факторов среды. Динамические явления, происходящие в рамках одного биогеоценоза (т.е. с сохранением господства тех же видов), представляют собой не смену сообществ, а изменение сообщества. Таковы, например, чередования аспектов в течение года, изменения количественных соотношений видов в разные годы, вызываемые мелкими отклонениями погоды, а также происходящие в рамках участка ассоциации быстротечные явления, сводящиеся к временному изменению обилия некоторых видов при слабых нарушениях.

Непосредственное замещение на конкретной территории сообщества, с господством одних видов сообществом с господством других видов называют экологической сукцессией. Цепь сменяющих друг друга биоценозов называется сукцессионным рядом.

Сукцессия, которая начинается на абсолютно лишенном жизни месте, называется *первичной*. Если сообщество развивается на месте, где ранее существовал хорошо развитый биоценоз, то сукцессия будет *вторичной*.

Смену биогеоценозов, движущей силой которой является необратимое изменение сообществом своего местообитания, называют *экогенетической сукцессией*. Это изменение приводит к тому, что местообитание становится со временем более пригодным уже не для данного, а для какого-то другого биогеоценоза, который и занимает его, вытесняя элементы предыдущего, создавшего таким образом условия для собственного исчезновения.

Главная причина – отложение и накопление отмершей органической массы растений. Гумификация органического вещества затрудняется, с одной стороны, на переувлажненных и плохо аэрируемых местообитаниях, а с другой – на чрезмерно сухих. При этом сообщество с течением времени накапливает заметный слой растительных остатков – болотный торф и "грубый гумус" в первом случае, и, так называемый, сухой торф, или "ветошь", во втором.

Увеличение мощности торфяного слоя меняет условия увлажнения местообитания. На переувлажненных местообитаниях нарастающая поверхность торфа оказывается в условиях меньшей влажности и лучшей аэрации. Водный режим крайне сухих местообитаний улучшается, поскольку влагоемкость сухого торфа позволяет почве сохранить влагу атмосферных осадков. В обоих случаях торфонакопление сдвигает условия местообитания в сторону

мезофильности; они становятся более благоприятными для деятельности почвенных организмов.

Естественно, что изменение условий среды в процессе торфонакопления не может не отразиться на самой растительности. За отрезок времени от начала торфонакопления до затухания этого процесса сменяется несколько экологически различных ассоциаций. Эта смена называется гидрархной экогенетической сукцессией, если она началась на переувлажненных местообитаниях, и ксерархной экогенетической сукцессией, если исходное местообитание было сухим.

Последняя экосистема, которая занимает местообитание в момент прекращения экогенеза, обозначается как климакс [Clements, 1961].

Таким образом, сукцессии постепенно нивелируют исходные различия местообитаний, так что на стадии климакса наиболее ярко проявляется влияние фактора географического – макроклимата. Поэтому климакс нередко называют также "зональным" или "климатически обусловленным" сообществом. Климакс, обладая равновесным балансом органического вещества, не имеет внутренних причин к смене. Он сохраняется до тех пор, пока не произойдет одно из следующих двух событий:

- 1) макроклимат изменится настолько, что виды климакса не смогут вообще существовать в новом климате,
- 2) внешние причины разрушат результаты экогенеза.

Ход экогенеза может быть прерван – биогеоценоз отбрасывается назад на несколько стадий и начинает снова проходить уже пройденный однажды путь. Уничтоженное сообщество восстанавливается не сразу, а путем сравнительно быстрой последовательной смены нескольких недолговечных сообществ, образующих стадии **демутационной сукцессии**. Виды стадий демутиации не способны к возобновлению на фоне самой этой ассоциации, и поэтому ее существование ограничено сроком жизни одного поколения образующих ее растений. Под ее пологом возобновляются лишь виды другой ассоциации, которая, таким образом, и оказывается следующей стадией демутиационной смены.

Напротив, коренная (климаксовая) ассоциация одинаково хорошо возобновляется, как на собственном фоне (что позволяет ей существовать на данном месте значительно дольше), так и на фоне производных ассоциаций.

Принципиальное различие демутиационной и экогенетической сукцессии можно сформулировать в общей форме: **экогенетическая сукцессия – процесс формирования или восстановления местообитания, а демутиационная – процесс восстановления ценотической среды, не затрагивающий местообитания.**

Можно очень грубо и приблизительно оценить нормальную продолжительность экогенетических смен в 1000 лет, а демутационных в 100-200 лет.

Общие закономерности сукцессий:

1) Видовой состав и спектры жизненных форм в процессе сукцессии непрерывно меняются, сначала быстро, потом более медленно.

2) Увеличивается биомасса, параллельно увеличивается и количество мертвого органического вещества.

3) В процессе эндогенной сукцессии увеличивается количество видов, их численность, становятся богаче спектры жизненных форм, уменьшается количество доминирующих видов.

4) Самые важные явления сукцессии – снижение чистой продукции и повышение интенсивности дыхания.

5) Возрастает устойчивость экосистемы.

Климаксовое сообщество находится в состоянии устойчивого равновесия. **Устойчивое равновесие – способность саморегулируемой системы возвращаться в исходное состояние, по крайней мере, после небольшого отклонения.**

Стабильное сообщество – это «насыщенная» комбинация видов, находящихся друг с другом и со средой в экологическом равновесии. Другие виды не могут никаким образом туда попасть. Стабильность биогеоценоза находится в прямой зависимости от степени его сложности. **Чем больше разнообразие функциональных групп (а не видов!), тем стабильнее биогеоценоз.** Биогеоценозы с упрощенной структурой крайне неустойчивы, в них происходят резкие колебания численности особей. Различают два типа *устойчивости*: – *резистентная* (способность не изменяться при воздействии) и *упругая* (способность к быстрому восстановлению после нарушения).

Агроценозы (монокультуры) неустойчивы и требуют постоянного вмешательства человека для своего сохранения. Они подвержены катастрофическим всплескам массового размножения вредителей. Такие же явления можно наблюдать и в лесных биогеоценозах: при обеднении видового состава они сильнее и чаще страдают от вредителей. Чтобы повысить их устойчивость современная наука предлагает комплексное выращивание агрокультур, где растения использовали бы максимально ресурсы, благодаря расхождению по ярусам и экологическим потребностям. Сорняки – признак свободных экологических ниш.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Оценить влияние фитонцидов на развитие колоний микроорганизмов.

Приготовить две чашки Петри с выращенными на питательной среде колониями микроорганизмов. Нарезать и быстро растереть в ступке с толченым стеклом 3-4 г молодых листьев или почек растений с сильной фитонцидной активностью (молодая хвоя, листья тополя, черемухи, чеснок и др.). После растирания листья быстро перенести в крышку чашки Петри, распределив по дну равномерно. Поместить в чашку с кашицей перевернутую чашку с посевом микроорганизмов, выдержать 40-60 мин. После этого закрыть каждую чашку с колониями чистой крышкой, перевернуть, поместить в термостат при температуре +25° С. Через 2-3 дня сравнить размеры, интенсивность окраски и четкость границ колоний в двух чашках.

Сделать заключение о влиянии на развитие микроорганизмов фитонцидов.

Задание 2. Провести сравнительный анализ видовой структуры двух фитоценозов, представляющих собой последовательные стадии эндогенной сукцессии.

Рудеральный фитоценоз – первая стадия зарастания пустыря, насчитывает 7 видов цветковых растений (табл. 5.2). Вторая стадия, луг разнотравный – 26 видов (табл. 5.3).

Определите их видовую структуру, сделайте вывод о видовом разнообразии изучаемых сообществ.

При изучении видовой структуры экосистем рассчитывают:

1. **видовое богатство S** (число видов)

2. **индекс разнообразия Симпсона C** (чем больше C приближается к S, тем разнообразнее сообщество): $C = 1/\sum p_i^2$,

где во всех случаях p_i – доля вида n в коллекции объемом N

Таблица 5.2

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
РУДЕРАЛЬНОГО ФИТОЦЕНОЗА.**

№	Вид	Кол-во экземпляров	p_i	p_i^2
1	Осот огородный	1	0,004	0,000015
2	Ярутка полевая	25	0,095	0,009105
3	Пастушья сумка	6	0,023	0,000524
4	Полынь горькая	18	0,069	0,004720
5	Мать-и-мачеха	112	0,427	0,182740
6	Марь белая	42	0,160	0,025698
7	Донник лекарственный	58	0,221	0,049006
	$S=7$	$N = 262$		$\Sigma = 0,271808$

Таблица 5.3

**ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЦЕНОТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ
ЛУГОВОГО ФИТОЦЕНОЗА.**

№	Вид	Кол-во экземпляров	p_i	p_i^2
1.	Бедренец камнеломковый	5	0,018	0,0003
2.	Василистник простой	1	0,004	0,0000
3.	Гвоздика травяная	15	0,053	0,0028
4.	Горец змеиный	18	0,063	0,0040
5.	Донник лекарственный	5	0,018	0,0003
6.	Душистый колосок	28	0,097	0,0097
7.	Ежа сборная	36	0,126	0,0160
8.	Жабник полевой	12	0,042	0,0018
9.	Зверобой продырявленный	24	0,083	0,0071
10.	Истод луговой	17	0,060	0,0036
11.	Клевер шуршащий	14	0,048	0,0024
12.	Манжетка блестящая	16	0,056	0,0032
13.	Марь белая	8	0,027	0,0008
14.	Одуванчик лекарственный	6	0,021	0,0004
15.	Очанка лекарственная	12	0,042	0,0018
16.	Пикульник красивый	6	0,021	0,0004
17.	Полынь горькая	5	0,018	0,0003
18.	Вьюнок полевой	4	0,014	0,0002
19.	Живучка ползучая	2	0,007	0,0000
20.	Живокость полевая	7	0,025	0,0006
21.	Земляника зеленая	5	0,018	0,0003
22.	Льнянка обыкновенная	7	0,025	0,0006
23.	Лапчатка гусиная	3	0,011	0,0001
24.	Горошек мышиный	7	0,025	0,0006
25.	Ромашка безъязычковая	9	0,032	0,0010
26.	Щавель малый	13	0,046	0,0021
	$S=26$	$N = 285$		$\Sigma = 0,0603$

3. **индекс выравненности Симпсона E** (чем больше этот индекс приближается к 1, тем равномернее представлены все виды в сообществе): $E = C/S$

4. **выделяют доминирующие виды**

5. **выделяют редкие и малочисленные виды** сообщества

Сравните полученные показатели. Сделайте заключение об их изменении в ходе сукцессии.

Задание 3. Изучить закономерности изменения структуры фитоценозов в ходе восстановительной сукцессии.

На рис.5.3 приведены паттерны растительных сообществ, полученные при обследовании заброшенного поля через разные промежутки времени.

а) Объясните сущность преобразования паттернов, представленных на рисунке 5.3.

б) Как с течением времени изменилось биологическое разнообразие и почему? Какой фитоценоз будет на этом месте через 200 лет?

в) Запишите основные закономерности экогенетической сукцессии.

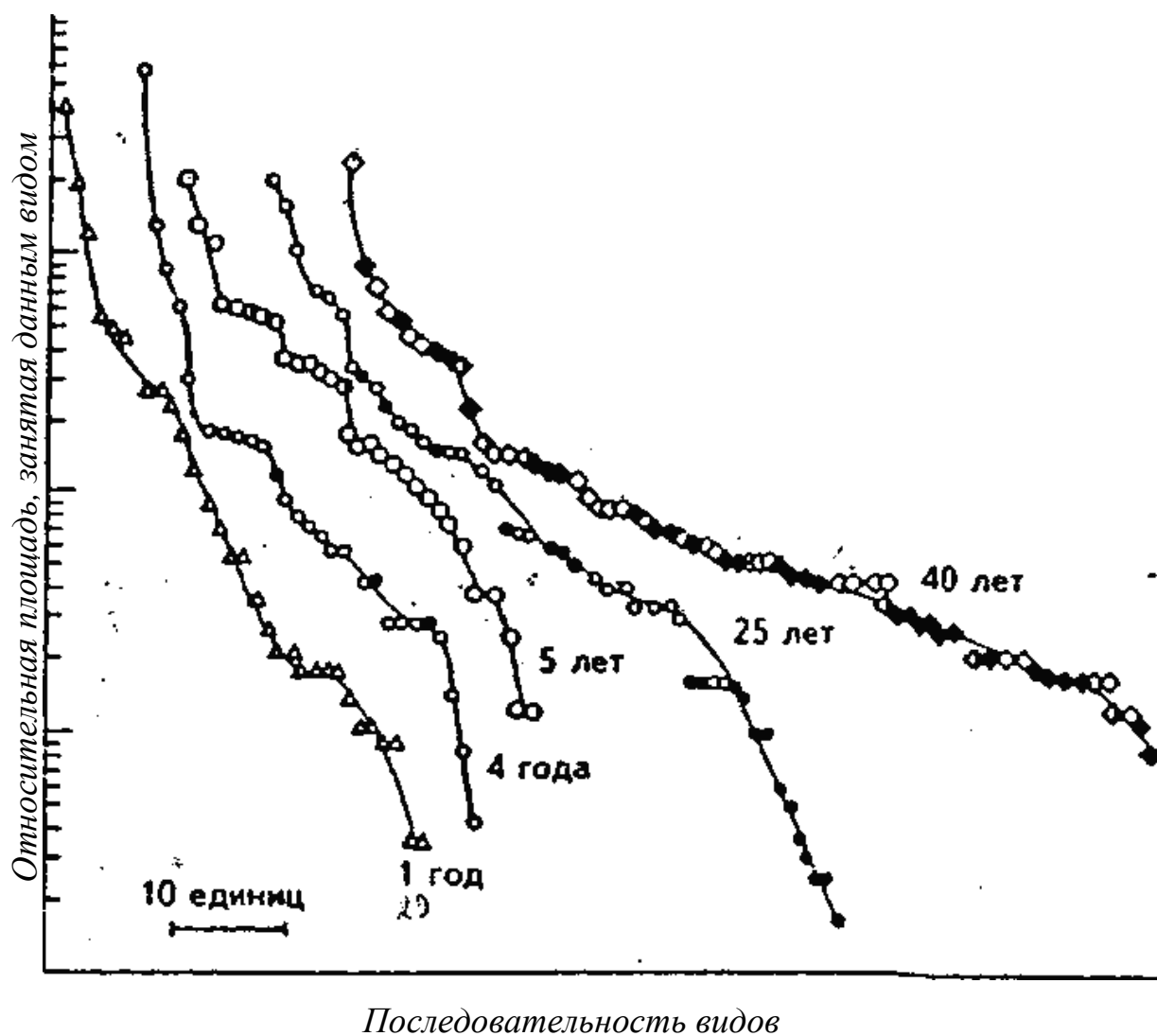


Рис.5.3. Соотношение численностей видов в фитоценозах на разных этапах зарастания поля

Светлые значки - травянистые виды

Наполовину светлые значки – кустарники и полукустарнички

Темные значки – древесные виды

Занятие 6.

КОЛЛОКВИУМ ПО ТЕМАМ: экология и охрана природы.

Основные закономерности действия экологических факторов. Важнейшие абиотические факторы и их влияние на накопление БАВ в лекарственных растениях. Основные среды жизни. Демэкология. Возобновление популяций лекарственных растений. Рациональное использование растительных ресурсов. Биотические факторы. Динамика биогеоценозов.

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

проверить усвоение студентами материала пройденных тем.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. **Экология и охрана природы:** цель, задачи, методы, разделы экологии, связь с другими дисциплинами. Воздействие человека на природу на различных этапах НТР. Экология как научная основа охраны природы.

2. **Общие закономерности действия экологических факторов на организмы:** понятие «экологический фактор», классификации экологических факторов, экологические ресурсы, закон оптимума, экологическая валентность, концепция пределов толерантности, констелляция факторов, дополнения к закону толерантности, экологические ряды, экологический спектр вида.

3. **Температура как экологический фактор:** экологические группы организмов по отношению к температуре, морфо-анатомические, физиологические и экологические адаптации к экстремальным температурным условиям, сумма эффективных температур.

4. **Влажность как экологический фактор:** основные показатели влажности, экологические группы растений и животных по отношению к водному режиму, адаптации.

5. **Свет как экологический фактор:** световой режим местообитаний, экологические группы растений по отношению к свету и их адаптивные особенности, фотопериодизм, растения короткого и длинного дня, суточная динамика.

6. **Морфоэкологические адаптации растений к условиям местообитаний,** спектры жизненных форм растений как характеристика географо-климатических условий. Биологический ритм.

7. Зависимость накопления БАВ в лекарственных растениях от экологических условий произрастания: влияние температурного, водного, светового режимов, географо-климатических факторов, типа почвы, плодородия, минерального питания.

8. Основные среды жизни. Распределение организмов по средам жизни. Живой организм как среда обитания.

9. Характеристики водной среды. Трофность, кислородный и температурный режимы водоемов. Экологические группы гидробионтов.

10. Наземно-воздушная среда. Состав и движение воздуха. Экоклимат и микроклимат. Адаптации организмов к жизни на суше.

11. Почва как биокосное тело. Зональные и азональные почвы. Основные компоненты почвы, типы гумуса, гумификация и минерализация. Экологические группы почвенных организмов.

12. Популяция как саморегулирующаяся система. Современные представления о популяции. Основные параметры популяции: плотность и численность. Кривые выживания. Динамические характеристики популяции. Факторы регуляции численности популяций. Структура популяций. Принцип В.Олли.

13. Принципы эксплуатации популяций лекарственных растений. Генетическая и фенетическая гетерогенность природных популяций лекарственных растений как основа их рационального использования, скорость восстановления зарослей лекарственных растений, определение наиболее рациональных режимов заготовки сырья.

14. Типы взаимодействий организмов. Межвидовая конкуренция (интерференционная и эксплуатативная), межвидовая кооперация, взаимодействия, основанные на контакте или на предоставлении убежища, пищевое использование одних организмов другими, протокооперация, закон конкурентного исключения Гаузе. Аллелохимические воздействия растений друг на друга, биологическое значение вторичных веществ.

15. Концепция экологической ниши. Мерность ниш, экологическое гиперпространство, фундаментальная и реализованная ниша, ниши r- и K- стратегов.

16. Биогеоценоз. Понятие экосистемы, компоненты, структура. Виды эдификаторы, ключевые виды.

17. Экогенетические сукцессии. Понятие об экогенетических сукцессиях, общие закономерности сукцессий, внутренний механизм сукцессионных смен, устойчивое равновесие, признаки стабильности экосистем, резистентность, упругость. Классификация экогенетических сукцессий.

Занятие 7

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

сформировать представление о модели устойчивого развития цивилизации и усвоить основные понятия экологической безопасности.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. **Биосфера и ноосфера.** Ресурсы биосферы. Глобальные проблемы современности. Модель устойчивого развития цивилизации.

2. **Экологическая стратегия Беларуси.** Основные принципы Концепции государственной политики в области охраны окружающей среды. Национальная стратегия устойчивого развития (НСУР) Беларуси. Государственная экологическая экспертиза. Экологическая сертификация предприятий и продукции.

3. **Международное сотрудничество Республики Беларусь** в области окружающей среды. Конвенции в области охраны окружающей среды и сохранения биоразнообразия, которые подписала РБ.

4. **Участие общественности в решении экологических проблем регионов.** Орхусская конвенция "О доступе населения к экологической информации и суду", участие населения в решении экологических проблем регионов: общественный экологический аудит, создание экологических повесток.

5. **Экологическая безопасность:** проблема нитратов в продуктах питания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ. – 2006. – С. 109 - 112.
2. Балашенко С.А., Демичев Д.Н. Экологическое право. – Мн.: Ураджай, 2000. – 415 с.

3. Глобальные природоохранные Конвенции: опыт осуществления в РБ / Под ред. Подоляко В.М., Савченко В.В. – Мн.: 2012. – 126 с.
4. Природоохранная деятельность в РБ. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 23с.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 5)

7.1. Иерархический ряд экосистем: биогеоценоз, ландшафт, биом, биогеографическая область, экосистемы суши и океана, биосфера. Существование каждого из таких уровней определяется действием его специфического фактора, например, для ландшафта таким фактором является рельеф, для биома – региональный климат.

Биосфера – самая крупная биологическая система, которую мы знаем. ***Биосфера – область планеты, в которой существует или когда-то существовала жизнь и которая подвергается (или подвергалась) воздействию живых организмов*** (В.И.Вернадский, 1926). В состав биосферы входят тропосфера, почва, Мировой океан и верхняя часть литосферы, примерно до глубины 1000 - 2000 м. Биосфера составляет лишь часть географической оболочки Земли, но часть, наиболее существенную. Центральная часть географической оболочки, *ландшафтная сфера* – зона непосредственного контакта литосферы, атмосферы и гидросферы, в которой происходит трансформация солнечной энергии в другие виды энергии. В.И.Вернадский называл ландшафтную сферу "живой пленкой". Она имеет толщину всего лишь несколько метров в степях, пустыне, тундре, и до сотен метров в лесах и морях. Общая масса живого вещества - 0,01% массы биосферы, но влияние ее огромно. За время существования жизни все наружные слои земного шара переработаны организмами на 99%.

Выделяют 7 классов веществ биосферы:

- 1) *живое* вещество – совокупность живых особей;
- 2) *биогенное* вещество – созданное и перерабатываемое живыми организмами (природный газ, каменный уголь, торф, сапропель, битумы, вероятно, нефть и т.п.);
- 3) *косное* вещество – образуется процессами, в которых не участвует живое вещество;
- 4) *биокосное* вещество – создается одновременно живыми организмами и косными процессами (океаническая вода, приземная атмосфера, осадочные породы, глина, нефть, почва, кора выветривания);
- 5) вещество, находящееся в *радиоактивном распаде*;
- 6) вещество *рассеянных атомов*, которое создается под влиянием космических излучений из земного вещества;
- 7) вещество *космического* происхождения.

Живое вещество – совокупность массы всех организмов, заселяющих в данный момент планету. Живое вещество характеризуется весом, химическим составом и геохимической энергией. Учение о живом веществе – центральное звено учения о биосфере.

Совокупность всех видов живых организмов составляет генофонд планеты. Это понятие шире, чем просто совокупность живых существ, поскольку включает в себя не только проявившиеся, но и потенциальные генетические возможности каждого вида.

Биохимические функции живого вещества:

1) Энергетическая, 2) Газовая, 3) Концентрационная, 4) Окислительно-восстановительная, 5) Деструкционная, 6) Антропическая, 7) Синтетическая.

Параллельно с круговоротом веществ в биогеоценозе идет *поток энергии*. В отличие от круговорота веществ, энергия при переходе от одного трофического уровня к другому постоянно расходуется. Ничтожная часть энергии, получаемой Землей от Солнца улавливается зелеными растениями и обеспечивает весь биогенный круговорот веществ. При каждом очередном переносе большая часть (80-90%) потенциальной энергии теряется, переходя в тепло. Чем длиннее пищевая цепь, тем меньше энергии приходится на ее вершину.

В.И.Вернадский заложил основы современных научных представлений о планетарном и космическом значении жизни, о взаимодействии живой и неживой природы. Деятельность живого вещества биосферы он считал самой мощной геологической силой. В.И.Вернадский писал: "***Организм имеет дело со средой, к которой не только он приспособлен, но и которая приспособлена к нему***".

Совокупность естественных продуктов природы, используемых человеком – это ***природные ресурсы***. По характеру использования их разделяют на исчерпаемые и неисчерпаемые. *Исчерпаемые* делят на возобновимые и невозобновимые. К *возобновимым* относятся биологические ресурсы (животный и растительный мир), а также некоторые минеральные ресурсы (соли, выпадающие в соленых озерах). Но в результате неправильной эксплуатации они могут стать невозобновимыми: исчезли тур, тарпан, стеллерова корова и др. *Невозобновимые ресурсы* планеты можно разделить на две большие группы: невозобновимые минеральные и невозобновимые энергетические ресурсы.

Неисчерпаемые – это солнечная энергия, морские приливы, ветер.

Согласно представлениям В.И.Вернадского, биосфера переходит в новое, высшее состояние – ноосферу, сферу взаимодействия природы и общества, при котором главным фактором преобразования природы, сопоставимым по масштабам с геологическими силами, становится человеческая деятельность.

Биосфера неизбежно превратится в ноосферу – сферу, где доминирующую роль будет играть разум человека. Учение о биосфере и ее высшей стадии – ноосфере в настоящее время приобрело особое практическое значение.

Термин «**устойчивое развитие**» появился в начале 70-х в работах Дж.Форечестера и Д. Медоуз («Пределы роста», «За пределами роста», доклады Римскому клубу), которые занимались проблемами системного кризиса современной цивилизации.

Устойчивое развитие рассматривается как *постоянно поддерживаемый рост уровня благосостояния народа на основе обеспечения расширенного воспроизводства благ и услуг с учётом сохранения и улучшения окружающей среды для нынешних и будущих поколений*. Здесь учтены принципы устойчивого развития:

1. человек – цель прогресса, уровень человеческого развития – мера зрелости общества и государства;
2. развитие хозяйственной деятельности – исключительно в пределах ёмкости экосистем;
3. рациональное природопользование на основе принципа – «загрязнитель платит».

Определены механизмы достижения: *посредством обеспечения расширенного воспроизводства и критерий устойчивости: последовательное повышение уровня жизни с учётом сохранения и улучшения среды обитания человека.*

В ООН этой проблемой поручено заниматься на уровне правительств Комиссии по социально-экономическому развитию. Международный процесс совместного поиска и выработки решений по переходу цивилизации к устойчивому развитию получил название «процесса Рио» по месту проведения первой Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро (1992 г).

Основным программным документом процесса является «Повестка действий на 21 век», принятая 179 странами, включая Беларусь, а духовно-этической основой процесса – Декларация Земли. Планируется, что *Декларация Земли* станет таким же значимым для мирового сообщества документом, как и Декларация прав человека, с созданием в будущем международного суда, рассматривающего нарушения Декларации Земли и преступления против Планеты Земля. Каждые 5 лет проводятся Саммиты ООН, на которых рассматриваются успехи и проблемы перехода к устойчивому развитию. Устойчивое развитие каждой страны рассматривается как элемент устойчивого развития мирового сообщества.

7.2. Основные направления экологической политики Республики Беларусь в области природопользования и охраны окружающей среды нашли отражение в Национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь (НСУР). **НСУР – это стратегический документ, яв-**

ляющийся особым прогнозом социально-экономического развития страны, который должен определять направления решения национальных проблем развития экономики и социальной сферы во взаимосвязи с экологией и основными тенденциями мирового развития. Республика Беларусь первой из стран СНГ разработала НСУР до 2010 г. Сейчас действует НСУР-2020.

В НСУР-2020 *социальная сфера, экономика, окружающая среда* выступают как равноценные составляющие. Устойчивое развитие базируется на использовании благоприятных факторов долгосрочного действия, к числу которых отнесены:

- *человеческий капитал* (уровень образования, квалификации, духовное развитие, обеспеченность условиями жизнеобеспечения, здоровье);
- *экологический фактор* (природно-климатические условия, природные ресурсы, состояние окружающей среды);
- *научно - технический и производственный потенциал.*

Несмотря на экологическую ориентацию, проблема устойчивого развития в Беларуси – это во многом социальная и экономическая. Поэтому в НСУР-2020 внимание концентрируется на сбалансированности социально-экономического и экологического развития.

Возможности Беларуси для устойчивого развития высоки: по индексу развития человеческого потенциала Беларусь в 2011 году заняла 65-е место, опередив все страны СНГ. Индекс человеческого развития рассчитывается в соответствии с показателями состояния здоровья, долголетия, образования и достойных условий жизни ее жителей. Беларусь обладает совокупностью благоприятных факторов:

1. выгодное экономико-географическое и геополитическое положение;
 2. развитая система транспортных коммуникаций и производственной инфраструктуры в целом;
 3. значительные земельные, водные и лесные ресурсы, наличие ряда важных полезных ископаемых;
 4. высокий общеобразовательный уровень населения и сложившаяся система подготовки квалифицированных кадров;
 5. значительный научно-технический потенциал;
 6. многоотраслевой промышленный комплекс;
 7. достаточно мощная строительная база;
 8. многовекторные внешнеэкономические связи,
- способствующие расширению внешних рынков.

Для перехода к устойчивому развитию должно быть завершено создание необходимой законодательной и правовой базы устойчивого развития, следует сформировать основы нового постиндустриального информационного общества с постепенным освобождением от стерео-

типов потребительства, новым технологическим базисом, обеспечивающим переход к ресурсо-сберегающему типу воспроизводства. Экономическое развитие предусматривается обеспечивать за счет создания институтов рыночной экономики, широкого внедрения достижений науки и техники, создания экологически чистых производств, интеграционных процессов со странами ближнего и дальнего зарубежья. Совершенствование социальных процессов должно базироваться на принципах зрелой демократии и гражданского общества.

Научное обеспечение решения этих задач в Республике Беларусь выполняется в рамках государственных и региональных научно-технических программ и проектов: «Агропромкомплекс», «Наноматериалы и нанотехнологии», «Биологические ресурсы», «Природные комплексы», «Биотехнологии», «Промышленная биотехнология», «Фитопрепараты» и др.

Основными принципами Концепции государственной политики в области охраны окружающей среды Беларуси являются:

- государственная собственность на все виды природных ресурсов;
- ответственность природопользователей за состояние окружающей среды на закрепленной за ними территории;
- система государственного контроля за состоянием окружающей среды, охраной и использованием природных ресурсов, качеством продуктов питания, безопасностью промышленной и сельскохозяйственной продукции для окружающей среды и здоровья населения;
- система государственной экологической экспертизы проектируемых, строящихся и эксплуатируемых хозяйственных объектов;
- экономический механизм обеспечения охраны окружающей (плата за пользование всеми видами природных ресурсов, сбросы, выбросы загрязняющих в-в, размещение отходов);
- система мер уголовной и административной ответственности за нарушение природоохранного законодательства участие в решении глобальных проблем;
- поддержка на государственном уровне общественных организаций и движений, занимающихся проблемами охраны живой и неживой природы, здоровья человека.

Введена ***обязательная экологическая сертификация*** товаров и работ. Внедряется международный стандарт (ЕС) СТБ ИСО 14001-2000 на предприятиях республики. Экологический сертификат международного стандарта открывает возможности по повышению экологической безопасности производств и увеличению экспорта. Сертифицированы завод "Кристалл", «Витязь», Беларуськалий, ф-ка Витьба, и многие другие. Цели сертификации:

- защита потребителей от приобретения (использования) продукции, работ, услуг, представляющих опасность для окружающей среды; предот-

- вращение загрязнения окружающей среды при производстве, использовании и ликвидации всех видов продукции;
- обеспечение экологической безопасности оборудования, технологических процессов, производств, сырья, материалов, продукции и отходов;
 - внедрение экологически безопасных технологических процессов, оборудования и производств;
 - предотвращение ввоза в страну экологически опасной продукции, технологий и отходов;
 - выполнение международных обязательств РБ в области охраны окружающей среды.

Государственная экологическая экспертиза проектов осуществляется органами Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды с учетом заключения общественной экологической экспертизы. *Объектами государственной экологической экспертизы* являются:

- концепции, программы, схемы социально-экономического развития, схемы комплексного использования и охраны природных ресурсов;
- градостроительная документация;
- обоснование инвестиций в строительство,
- проектная документация на строительство, реконструкцию, изменение профиля производства независимо от ведомственной подчиненности и форм собственности. Государственная экологическая экспертиза проектной документации должна предшествовать принятию решений по реализации планируемой хозяйственной и иной деятельности.

Ежегодно рассматривается около 4500 проектных материалов, около 30% из них отклоняется в связи с недостаточной проработкой проектных решений. Чаще всего это касается проектов на строительство объектов теплоэнергетики и промышленных предприятий в крупных городах республики.

7.3. В 1992 в Рио-де-Жанейро утвержден приоритет сохранения окружающей среды как фактора устойчивого развития общества и определены три центральные экологические проблемы современности:

- изменение климата,
- опустынивание и деградация земель,
- утрата биологического разнообразия.

Для координации действий стран по этим направлениям были под эгидой ООН учреждены три *Конвенции*:

- Рамочная конвенция ООН об изменении климата,
- Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель,
- Конвенция ООН о биологическом разнообразии.

«Конвенция» означает соглашение или международный договор по каким-либо специальным вопросам. На сегодняшний день в области охраны окружающей среды действует около 30 конвенций, многосто-

ронных договоров и протоколов. Членство в них налагает организационные и финансовые обязательства, поэтому решение вопроса о присоединении к конвенции принимается Правительством, Парламентом и Президентом Республики Беларусь после детальной всесторонней проработки возможных последствий для нашей страны.

Беларусь на постоянной основе поддерживает контакты со многими международными Межправительственными организациями: Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), Программой ТАСИС Европейского Сообщества, Межгосударственным экологическим советом (МЭС), является полноправной стороной международных природоохранных конвенций:

1. Конвенция ООН о биологическом разнообразии;
2. Рамочная конвенция ООН об изменении климата,
3. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель;
4. Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния;
5. Картахенский Протокол по биобезопасности;
6. Венская Конвенция об охране озонового слоя;
7. Монреальский Протокол о веществах, разрушающих озоновый слой;
8. Конвенция о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалении;
9. Конвенция о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС);
10. Орхусская Конвенция о доступе населения к экологической информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды;
11. Рамсарская Конвенция о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение в качестве местобитаний водоплавающих птиц.

Актуальность присоединения к Конвенции о биологическом разнообразии для Беларуси определяется крупными масштабами негативных изменений животного и растительного мира. Своеобразие климатических, ландшафтно-географических и геоботанических условий отдельных регионов Беларуси выделяют ее из всей территории Европейского региона. К примеру, Полесье имеет большое значение как важнейший континентальный путь весенней миграции водоплавающих птиц. Только в пойме Припяти останавливается на кормежку и отдых около 50 тысяч особей разных видов гусей, 100 тыс. турухтанов и много других птиц. Таким образом, уникальность и международное значение целого ряда природных экосистем Беларуси и угроза их утраты выдвигают задачу выполнения соглашений Конвенции о биологическом разнообразии в ряд приоритетных направлений национального развития.

Большое разнообразие водно-болотных экосистем, где гнездятся 16 видов птиц, исчезнувших почти по всей Европе, определяют актуальность присоединения Беларуси к Рамсарской Конвенции о водно-болотных угодьях, имеющих международное значение в качестве местобитаний водоплавающих птиц.

Беларусь, признавая, что в результате хозяйственной деятельности произошло существенное увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере и это может оказать неблагоприятное воздействие на природные экосистемы, присоединилась к Рамочной конвенция ООН об изменении климата.

Членство в конвенциях позволит Беларуси принимать участие в разработке региональных, европейских и мировых планов по глобальным экологическим проблемам; получать финансовую, научно-методическую и техническую помощь для реализации проектов; получить доступ к современным технологиям и представить собственные разработки в области охраны природы; участвовать в семинарах, заседаниях рабочих групп Конвенций.

Основным источником финансирования проектов конвенций является Глобальный Экологический Фонд (ГЭФ), работающий в Беларуси с 1992 года. С его помощью реализован проект по охране биологического разнообразия Национального парка «Беловежская Пуща», разрабатывается программа действий для бассейна р. Днепр, по сохранению Припятского Полесья, восстановлению нарушенных торфяников и др.

7.4. В принципах Декларации Международной Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.) указывается, что **"экологические вопросы решаются наиболее эффективным образом при участии всех заинтересованных граждан - на соответствующем уровне"**. Эффективность участия граждан в процессе принятия экологически значимых решений зависит от осуществления следующих прав:

- права на экологическую информацию,
- права на участие в процессе принятия экологически значимых решений,
- права на доступ к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды.

При отсутствии хотя бы одного из прав невозможно говорить о реальности доступа общественности к процессу принятия решений.

Конституция РБ закрепляет право граждан на получение, хранение и распространение полной, достоверной и своевременной информации о деятельности государственных органов, общественных объединений, о политической, экономической и международной жизни, состоянии окружающей среды (статья 34).

Активное участие граждан РБ в процессе принятия экологически значимых решений – важнейшее условие обеспечения благоприятной окружающей среды. Законом *"Об охране окружающей среды"* закреплены права граждан и общественных организаций:

- право создавать общественные объединения и фонды по охране окружающей среды и контролю за ее состоянием,
- право требовать и получать полную и достоверную информацию о состоянии окружающей среды и мерах по ее охране,
- право вносить предложения о запрещении размещения, прекращении проектирования, строительства, реконструкции, эксплуатации объектов, оказывающих отрицательное влияние на окружающую среду и здоровье человека,
- право предъявлять в суд иски о возмещении вреда здоровью и имуществу граждан, юридических лиц, причиненного нарушением природоохранного законодательства,
- право непосредственно, через своего представителя или через общественные объединения участвовать в разработке, обсуждении и принятии органами государственного управления решений, направленных на обеспечение благоприятного состояния окружающей среды.

В 1998 г. в Орхусе (Дания) принята *"Конвенция о доступе к информации, участию общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды"*, которая явилась новым видом конвенций – впервые в практике международного права субъектом ее признается общественность наряду с привычными международно-правовыми субъектами – государствами.

Утверждение Президентом Республики Беларусь этого важного документа (14.12.1999) означает, что республика признает и берет на себя обязательства неуклонно выполнять все положения Орхусской конвенции, касающиеся как процедурных вопросов, так и ее основных положений, в Республике Беларусь имеется необходимая законодательная база.

Для информирования общественности издается ежегодный экологический бюллетень "Состояние природной среды Беларуси", сборники нормативных документов по вопросам охраны окружающей среды, ежеквартально информационный бюллетень о превышении нормативов выбросов загрязняющих веществ в окружающую среду предприятиями, Государственный доклад "Состояние окружающей среды Республики Беларусь (раз в четыре года). Минприроды регулярно обновляет информацию о состоянии природной среды и принимаемых мерах по ее оздоровлению на своем сайте в сети Интернет.

Законами Республики Беларусь предусматривается возможность проведения *общественной экологической экспертизы*. Она осуществляется независимыми группами специалистов по инициативе граждан или заинтересованной организации, общественных объединений. Ее заключе-

ния рассматриваются органами, осуществляющими государственную экологическую экспертизу. Общественная экологическая экспертиза проводится за счет средств заинтересованной стороны или на общественных началах. Общественная экологическая экспертиза может стать альтернативой государственной, если при строительстве хозяйственных объектов нормы экологического законодательства игнорируются в интересах экономической выгоды.

Общественная оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) – новая форма участия граждан в процессе принятия экологически значимых решений. Согласно Инструкции общественные слушания могут проводиться путем публикации в средствах массовой информации проектных и иных предложений о планируемой хозяйственной деятельности или их обсуждений на собраниях граждан или общественных объединений. Результаты общественных слушаний оформляются в виде протокола согласования с общественностью, который прилагается к материалам ОВОС. Данный документ представляется для проведения государственной экологической экспертизы.

При решении вопросов охраны окружающей среды, защиты права граждан на благоприятную окружающую среду можно использовать референдумы различных уровней (республиканский, местный).

В перечень экологически опасных видов деятельности, по которым требуется проведение ОВОС, входят следующие виды деятельности:

1. атомная промышленность и атомная энергетика;
2. выработка энергии (электрической и тепловой) на базе органического топлива, гидроэнергетика;
3. нефтехимия и нефтепереработка;
4. металлургия (черная и цветная);
5. производство целлюлозы, бумаги и картона;
6. химическая промышленность;
7. биохимическое, биотехническое, фармацевтическое производство;
8. кожевенное производство и текстильная промышленность;
9. производство минеральных удобрений и химических средств защиты растений;
10. производство асбеста и асбестосодержащих материалов, стекла, цемента;
11. добыча полезных ископаемых.

В Беларуси работают 4 основных республиканских общественных природоохранных объединения. Старейшее – Белорусское общество охраны природы (БООП). Большие природоохранные традиции имеет молодежное экологическое движение. Отличительной особенностью его является отсутствие четкой организационной структуры и фиксирован-

ного постоянного членства. В настоящее время действуют десятки региональных природоохранных объединений, но в целом общественное природоохранное движение в стране развито относительно слабо.

7.5. Одной из проблем экологической безопасности человека на современном этапе является нагрузка нитратов на организм человека. Нитраты отличаются от пестицидов и других химических загрязнителей, чуждых метаболическим процессам млекопитающих, так как к ним сформированы адаптационные метаболические процессы. Нитраты поставляют растениям азот, необходимый для синтеза белка.

На содержание нитратов в растениях влияют:

1. вид и сорт растения (накапливают чёрная редька, редис, свекла, салат, шпинат, ревень, сельдерей, листья петрушки, укроп, злаки, фрукты и ягоды не накапливают опасные концентрации нитратов);
2. часть растения (накапливаются в корнях, корнеплодах, стеблях, черешках, жилках).
3. температура;
4. влажность (вода - для переноса нитратов от корней в места, где идёт их усвоение. В засуху они накапливаются в корнях и прожилках растений);
5. свет (для превращения нитратов в аммиак). Содержание нитратов больше в растениях, выращенных в теплицах, чем выращенных в открытом грунте;
6. содержание доступного азота в почве;
7. наличие микроэлементов (Mo и Mn - необходимы для работы ферментов, катализирующих превращение нитратов до аммиака).

Источники поступления нитратов в организм:

1. *пищевые продукты* (нитраты и нитриты добавляются в мясные продукты для улучшения цвета, вкуса и запаха. В сырокопчёных колбасах содержится 150 мг/кг, в варенных – 50-60 мг/кг. При производстве сыров нитраты применяют для предотвращения развития посторонней микрофлоры);

2. *вода* (нитраты, поступающие в организм человека с водой, в 1,25 раз токсичнее, чем поступающие с пищей. Нитраты начинают ощущаться в воде уже при их содержании 8 мг/л. Вода имеет вяжущий, кисловато-солёный вкус);

3. *воздух* (аэрозоли нитратов – конечная стадия окисления газообразных окислов азота в атмосфере. В городах с фотохимическим загрязнением они могут образовываться в значительных количествах).

Содержание нитратов и нитритов в продуктах зависит от:

- *свежести овощей* (в свежих нет опасных концентраций нитритов);
- *условий хранения овощей* (восстановление нитратов в нитриты интенсивно происходит при комнатной температуре, в грязных, повре-

ждённых и битых овощах; хранение в холодильнике, особенно, в морозильнике, значительно замедляет восстановление нитратов);

- *посуды* (восстановление усиливается в алюминиевой посуде);
- *целостности овощей* (измельчение создаёт идеальные условия для восстанавливающих микроорганизмов; наибольшее количество нитритов накапливается в соках из тепличных овощей);
- *метода кулинарной обработки* (снижается при отваривании, удалении кожицы, верхних листьев, прожилок и кочерыжки).

Действие нитратов/нитритов: образование восстановленного метгемоглобина, тератогенное действие, эмбриотоксическое, угнетение некоторых сторон иммунитета, предшественники канцерогенных N-нитрозосоединений. Основная часть нитратов метаболизируется микрофлорой организма, образуются: нитриты, окислы азота, гидроксилламин, аммиак.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Определить количество нитратов в соке растений.

а) Приготовить серию калибровочных растворов с разным содержанием нитратов: 3000, 1500, 750, 375, 188, 94 мг/кг.

б) У предложенных к исследованию овощей вырезать кусочки из разных частей (например, у капусты - кусочек кочерыжки, широкой жилки и листа без жилок, у картофеля вырезать середину и части, прилегающие к кожуре). Вырезанные кусочки мелко порезать и быстро растереть в ступке, сок отжать через 2 слоя марли. 2-3 капли сока поместить на чистое предметное стекло, положенное на белую бумагу, добавить 2 капли дифениламина. Описать все наблюдаемые реакции согласно схеме, приведенной в табл. 7.2.

Повторить 3 раза.

В случае сомнений в количестве нитратов в той или иной части овощного растения, капают рядом калибровочный раствор с известной концентрацией вещества и проводят реакцию с дифениламином. Окраску сравнивают.

Таблица 7.2

ХАРАКТЕР ОКРАСКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ НИТРАТОВ

Балл	Характер окраски дефиниламином	Содержание нитратов, мг/кг
0	Нет ни голубой, ни синей окраски. На целых растениях возможно порозовение	0
1	Следы голубой, быстро исчезающей окраски	100
2	Окраска быстро исчезает, окрашиваются главным образом проводящие пучки	250
3	Окраска светло-синяя, исчезает через 2 - 3 минуты	500
4	Сок или срез окрашиваются в синий цвет. Окраска наступает не сразу	1000
5	Сок или срез окрашиваются в тёмно-синий цвет. Окраска сохраняется некоторое время	3000
6	Сок или срез окрашиваются быстро и интенсивно в иссиня-чёрный цвет. Окраска устойчива и не пропадает	> 3000

Таблица 7.3

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

Исследуемое растение	Часть	Содержание нитратов в мг/кг	ПДК
Картофель свежий	а) под кожурой б) срединная часть		
Картофель отварной	те же части		
Капуста свежая	а) жилки б) кочерыжка в) лист без жилок		
Капуста отварная	те же части		
Отвар			

в) Кусочки овощей поместить в термостойкий химический стакан с кипящей дистиллированной водой и кипятить 10 - 15 мин, после чего проанализировать отдельно отвар и сваренные овощи.

Полученные результаты занести в таблицу 7.3. Сделать выводы о содержании нитратов в разных частях растения, сравнив полученные значения с ПДК (табл.7.4)

Предложить пути уменьшения употребления нитратов с овощами.

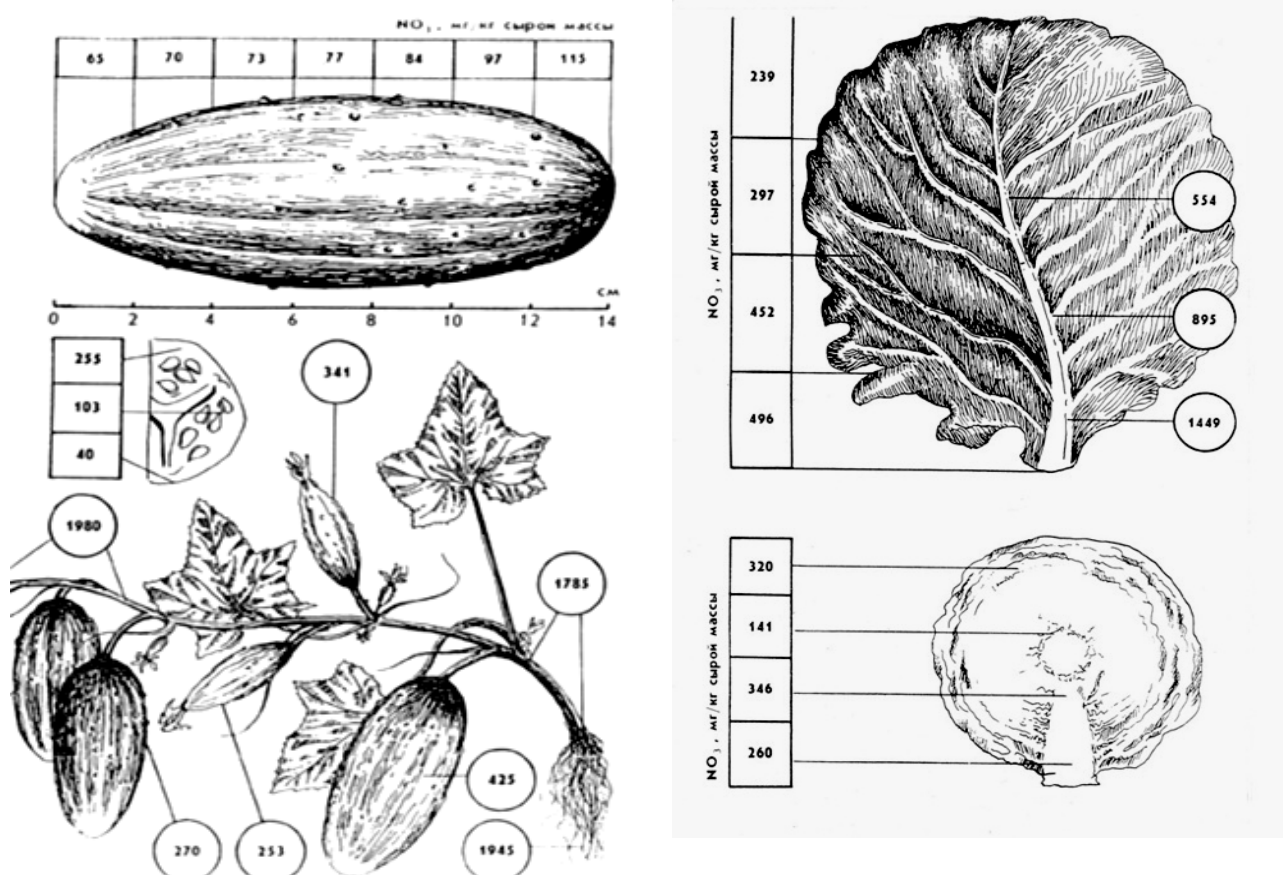


Рис. 7.1. Уровни накопления нитратов в разных частях овощей.

Таблица 7.4

**СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ
ПРОДУКЦИИ И ИХ ДОПУСТИМЫЕ УРОВНИ**
(мг/кг сырой массы по нитрат-иону)

	Название	Сод-е нитратов	ПДК	
			открытый грунт	закрытый грунт
1.	Арбузы	40-600	60	
2.	Баклажаны	80-270		
3.	Брюква	400-550	400	
4.	Горошек зеленый	20-80		
5.	Дыня	40-500	90	
6.	Кабачки	400-700	400	400
7.	Капуста белокачанная	600-3000	900	
8.	Капуста кольраби	160-2700	400	
9.	Картофель	40-980	250	
10.	Лук зеленый	40-1400	600	800
11.	Лук репчатый	60-900	80	
12.	Морковь	160-2200	400	
13.	Огурцы	80-560	150	400
14.	Перец сладкий	40-330	200	400
15.	Петрушка (зелень)	1700-2500	1800	
16.	Редис	400-2700	1500	
17.	Редька черная	1500-1800	1300	
18.	Репка	600-900	700	
19.	Салат	400-2900	2000	3000
20.	Свекла столовая	200-4500	1400	
21.	Томаты	10-180	150	300
22.	Укроп	400-2200	2000	3000
23.	Фасоль	20-900		
24.	Чеснок	40-300		
25.	Шпинат	600-4000	1200	
26.	Щавель	240-400		

Занятие 8

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. ВЛИЯНИЕ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ УЧРЕЖДЕ- НИЙ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

закрепить знания об основных загрязнителях разных природных сред и о путях их миграции. Научиться оформлять протоколы отборов проб (воздуха, воды и почвы) и результаты анализа.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Классификация загрязнений. Загрязнение воздуха: основные загрязнители атмосферы, контроль качества атмосферного воздуха, предельно допустимые концентрации вредных веществ. Загрязнение почв, классификация пестицидов. Источники загрязнения и основные загрязнители водной среды. Физическое загрязнение. Химические и биологические загрязнители различных производств.

2. Загрязнение окружающей среды промышленными отходами. Ликвидация производственных и бытовых отходов. Медицинские отходы. Правила и методы обезвреживания отходов лекарственных средств.

3. Экология биотехнологических предприятий. Биобезопасность. ГМ-организмы. Влияние аптечных учреждений на окружающую среду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 95 - 109.
2. Природные ресурсы РБ, их использование и охрана. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 31 с.
3. Классификатор отходов, образующихся в РБ. – Мн.: Мин. ресурсов и охраны окружающей среды РБ, 2002. – 54 с.
4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / Под общей редакцией С. И.

Кузьмина, В. В. Савченко. – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2011. – 308 с., ил. 311.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 6)

8.1. Загрязнение окружающей среды – это привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических или биологических характеристик или превышение естественного уровня их содержания в среде, приводящее к негативным последствиям.

Загрязнитель – любой физический агент, химическое вещество или биологический вид (главным образом, микроорганизмы), вызывающий загрязнение среды.

Классификация загрязнений:

1. **по агрегатному состоянию** все загрязняющие вещества подразделяются на *твердые, жидкие и газообразные*, последних – около 90%;

2. **по причинам возникновения:** *естественное* - в результате мощных природных процессов (извержение вулканов, лесные пожары), *антропогенное* вызвано деятельностью человека, стало превышать по масштабам естественное;

3. **по распространению:** начиная с 1945 года можно говорить о превращении *локальных* загрязненных зон в *глобальное* загрязнение биосферы;

4. **по происхождению:** *первичные* (поступают непосредственно в среду) и *вторичные* (появляются в результате химических превращений в ней). Так, поступающий непосредственно в атмосферу SO_2 окисляется до SO_3 , который взаимодействует с парами воды, образуя капельки серной кислоты, или взаимодействует с аммиаком, образуя кристаллы $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$;

5. **по природе фактора:** *физическое* (тепловое, шумовое, электромагнитное, световое, радиоактивное); *биологическое* - проникновение в экосистемы чуждых им организмов (синантропные животные); *химическое* (аэрозоли, химические вещества, тяжелые металлы, пестициды, пластмассы, СПАВ. Среди них экспертами ЮНЕСКО выделено 200 наиболее опасных: бензол, асбест, бенз- α -пирен, пестициды (ДДТ, элдрин, линдан и др.), тяжелые металлы (особенно ртуть, свинец, кадмий), разнообразные красители и пищевые добавки).

Источники загрязнения воздуха: *стационарные и подвижные* (транспорт). В среднем на автотранспорт приходится 70% загрязнителей, промышленность – 16%, прочие источники – 14%.

Основные загрязнители атмосферы: 1. *Оксиды углерода* CO и CO_2 – в очень больших количествах получаются при сжигании топлива. В процессе дыхания выделяется 72 млрд. тонн. Способствуют развитию

парникового эффекта. В естественных условиях содержание CO – 0,1-0,2 мг%, в автомобильных пробках – до 100 мг%.

2. *Сернистый ангидрид SO_2* выделяется в процессе сгорания топлива или переработки сернистых руд (70 - 99 млн. т в год). Окисляется кислородом воздуха в SO_3 .

3. *Серный ангидрид SO_3* . Аэрозоль серной кислоты попадает в почвы и открытые водоемы, вызывает обострения заболеваний органов дыхания у человека. Наиболее опасная погода – низкая облачность и высокая влажность воздуха. На листьях растений образуются мелкие некротические пятна в местах оседания капелек серной кислоты.

4. *Оксиды азота*. Основные источники – предприятия, производящие азотные удобрения, азотную кислоту, анилиновые красители, вязкий шёлк, сжигание топлива.

5. *H_2S и CS_2 (сероводород и сероуглерод)*. Основные источники – предприятия по изготовлению искусственных волокон, сахара, нефтепереработки и нефтедобывающих предприятий. В атмосфере H_2S и CS_2 взаимодействуют с другими соединениями и медленно окисляются до SO_3 .

6. *Соединения фтора*. Источники загрязнения - предприятия по производству алюминия, эмалей, стекла, керамики, фосфорных удобрений. Эти соединения (HF , NaF , CaF_2) отличаются токсическим эффектом, являются сильными инсектицидами.

7. *Соединения хлора*. Поступают от предприятий, производящих HCl , хлорсодержащие пестициды, анилиновые красители, гидролизный спирт, хлорную известь, соду.

8. *Аэрозоли* – это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе, средний размер 1-5 мкм. Пылевидные частицы поступают в атмосферу в ряде естественных природных явлений (выветривание, пылевые бури, извержение вулкана). Основные источники искусственных аэрозольных загрязнений – ТЭС, работающие на угле, обогатительные фабрики, металлургические, цементные, сажевые заводы. Химический состав этих частиц разнообразен – соединения Si , Ca , C , оксиды очень многих металлов, асбест. Еще большее разнообразие свойственно пыли, образующейся при сжигании нефтепродуктов, она включает алифатические и ароматические углеводороды, кислоты и их соли. Постоянными источниками пыли являются отвалы – искусственные насыпи, образующиеся при добыче полезных ископаемых и взрывные работы.

В настоящее время установлены ПДК для 445 вредных веществ воздушной среды. **ПДК – это такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных по-**

следствий у его потомства. Для санитарной оценки атмосферы используется несколько видов ПДК:

1. *ПДК для воздуха рабочей зоны.* ПДК вредного вещества не должна вызывать у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 часов за всё время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. Рабочей зоной считается пространство высотой до 2 м над уровнем пола или площадки, на которой расположены места работающих.

2. *ПДК для воздуха населенных мест* (максимально-разовая и среднесуточная). Максимальная разовая концентрация вредного вещества не должна вызывать рефлекторных реакций в организме человека. Среднесуточная не должна оказывать прямого или косвенного воздействия на организм человека в условиях неопределенно долгого кругло-суточного вдыхания.

Многие токсичные вещества обладают эффектом суммированного действия, т.е. их смеси оказывают более токсичное воздействие на живой организм, чем отдельные компоненты. Например, смеси ацетона и ацетофенона; триоксида и диоксида серы и оксидов азота; сильных минеральных кислот; диоксида серы и фенола и многие др.

Для обеспечения охраны воздушной среды установлена еще одна нормативная величина – *предельно допустимый выброс (ПДВ)*. **ПДВ – это объем (или вес) загрязняющего вещества, выбрасываемого отдельным источником за единицу времени, превышение которого ведет к превышению ПДК в среде вокруг источника загрязнения и, как следствие, к неблагоприятным последствиям в окружающей среде и риску для здоровья людей.**

Наибольшее воздействие на растения оказывает сернистый газ. В порядке повышения устойчивости к SO_2 : грибы, лишайники, хвойные, травянистые растения, листопадные деревья. Другие загрязнители атмосферы также обладают фитотоксичностью: NO_2 задерживает рост без видимых повреждений. Озон вызывает завядание, эффект усиливается в присутствии SO_2 (потенцирование). Фтор вызывает некроз паренхимы листьев.

Источники загрязнения почвы:

- 1) химические в-ва, применяемые в сельском хозяйстве;
- 2) промышленные выбросы,
- 3) городские отходы.

С урожаем человек изымает из почвы азот, фосфор, калий и др. Необходимо возместить потерю так, чтобы количество внесенных веществ точно соответствовало количеству изъятых с урожаем, т.к. избыточное количество удобрений не усваивается растениями, а является загрязнителем почвы. В 1965 году *К. Праттом* описан *закон предельного плодородия: повышение урожайности имеет тенденцию к замедлению*

по мере того, как необоснованно увеличивается количество вносимых удобрений.

Из экономии, удобрения часто используются неочищенными, что приводит к попаданию многих металлов. Наиболее опасны свинец и мышьяк – накапливаются в верхнем горизонте почвы и сохраняются там в течение десятилетий.

Пестициды – это химические препараты, используемые для борьбы с вредителями и болезнями растений, сорными растениями, вредителями хранящейся продукции, бытовыми вредителями и внешними паразитами животных, а также для регулирования роста, предуборочного удаления листьев (дефолианты), предуборочного подсушивания растений (десиканты) и других целей.

Существует несколько классификаций пестицидов. Гигиеническая построена по степени их ядовитости для биологических объектов и стойкости. Химическая – по химической структуре (хлорорганические, фосфорорганические, ртутьорганические, мышьяксодержащие, производные мочевины, цианистые соединения и др.).

По объекту воздействия: 1) акарициды (против клещей); 2) альгициды (против водорослей); 3) бактерициды (против бактерий); 4) зооциды (против грызунов); 5) инсектициды (против насекомых); 6) фунгициды (против патогенных грибов); 7) гербициды (против сорняков); 8) нематоциды (против червей класса нематод).

В 1939 году в Швейцарии П. Мюллером был открыт ДДТ, но уже через 30 лет использование ДДТ было запрещено из-за необычайной токсичности, что вызывает глубокие изменения всей экосистемы. Негативные св-ва пестицидов: 1) очень токсичны и избирательны (реальное воздействие так называемых гербицидов, фунгицидов всегда намного шире, 2) площади применения очень велики, 3) многие очень стойки (период полураспада ДДТ в воде – 10 лет, диэldrин – более 20 лет).

Источники загрязнения вод:

- 1) прямой сброс в реки, озера, моря;
- 2) поступления из атмосферы;
- 3) захоронения отходов в морях;
- 4) загрязнения от морского и речного транспорта, от аварий танкеров.

Основные загрязнители:

1) *тяжелые металлы*. Отходы, содержащие ртуть, обычно скапливаются в донных отложениях, постепенно превращаются в очень токсичную метилртуть, которая может вызывать отравление (болезнь Минамата) у людей, употребляющих в пищу рыбу. Эффект концентрации в пищевых цепях составляет 500 000.

2) *нитраты* – за счет поверхностных стоков дождевых вод с сельскохозяйственных полей, а также за счет атмосферных осадков.

3) *фосфаты* являются лимитирующим фактором для пресноводного и морского фитопланктона. Основные источники – фосфорные удобрения и синтетические моющие средства (содержащие полифосфат Na).

4) *углеводороды* попадают в воду в связи с транспортировкой, добычей и использованием нефти и нефтепродуктов.

5) *СПАВ* содержат поверхностно активное вещество, растворенное в полифосфате Na, добавочные ингредиенты (ароматизаторы, отбеливатели и т.п.). В последнее время производители стараются переходить на СПАВ, не содержащие фосфатов. Все СПАВ очень трудно ассимилируются природной средой, на их окисление требуется большое количество кислорода, они токсичны для рыб, могут вызывать раздражение и воспаление кожи человека.

6) *пестициды* попадают как в результате стоков с полей, так и вследствие сброса отходов заводами по их производству.

7) *биологическое загрязнение* вод различного происхождения: промышленные стоки (молочных, сахарных, целлюлозно-бумажных заводов), бытовые стоки (содержащие пищевые отходы, фекалии). Биологическое загрязнение может привести к сильному бактериологическому заражению воды, которое способствует распространению гепатита А, холеры, дизентерии, тифа, кишечных инфекций. По загрязнению вод органикой лидирует целлюлозно-бумажная промышленность: комбинат средней мощности равнозначен по количеству загрязнений городу с 500 000 населением.

Усиливающий фактор воздействия загрязнителя – низкое содержание кислорода: при уменьшении содержания O_2 водные обитатели нуждаются в повышенной циркуляции воды (контакт жабр с огромным объёмом воды), что сильно увеличивает риск поглощения летальных доз токсичных веществ.

Все озера рано или поздно исчезают в результате *эвтрофикации*, приводящей к бурному развитию водной растительности и др. организмов, уменьшения глубины и постепенного зарастания озера. В естественных условиях эвтрофикация происходит медленно. Человек резко ускоряет этот процесс, сбрасывая в озера и моря сточные воды, богатые фосфатами, нитратами и органическими веществами.

Физическое загрязнение. *Шумовое воздействие*: звуки интенсивностью более 130 дБ вызывают ощущение боли. Телевизор на средней громкости – 70 дБ. Как мешающий, обычно воспринимается шум, начиная с 25 дБ.

Выброс тепла в окружающую среду может вызвать разрушение биоценозов. Основной источник – производство электроэнергии (атомные и теплоэлектростанции), виды тяжелой промышленности.

Вибрационное загрязнение создает ощущение дискомфорта (источник – рельсовый транспорт).

Электрические и магнитные поля, источником которых являются воздушные линии передач различного напряжения, могут приводить к серьезным нарушениям здоровья человека, нарушают структуру наземных и почвенных биоценозов.

Радиационное загрязнение биосферы – превышение естественного уровня содержания в окружающей среде радиоактивных веществ. Причины: ядерные взрывы, утечки радиоактивных компонентов в результате аварий на АЭС и др. предприятиях, при разработке радиоактивных руд и т.д. Единственная возможность уничтожить р/а загрязнения – предоставить р/а веществу самопроизвольно распасться. При оценке р/а загрязнения всегда необходимо учитывать естественный радиационный фон планеты, образованный из:

- 1) космической радиации;
- 2) р/а элементов земной коры, стройматериалов и др.

8.2. Наиболее острая экологическая проблема Беларуси – нерациональное природопользование. Большие объемы природных ресурсов идут в отходы. Сохраняется тенденция к увеличению количества твердых **промышленных отходов** в республике, номенклатура их составляет более 600 наименований. Среди промышленных отходов преобладают по объему галитовые отходы и глинисто-солевые шламы ПО «Беларускалий» (81%). Утилизируется всего 15 - 16% твердых промышленных отходов.

На территории Беларуси образуется около 2,5 млн.т **твердых бытовых отходов (ТБО)** в год.

Таблица 8.1

Средний состав отходов промышленного центра (больше 1 млн. чел.)

Вид отходов	%
Пищевые отходы	19,6
Стекло	10,1
Металл	9,9
Бумага	50,6
Пластмассы	1,62
Кожа, резина	1,68
Пластмассы, кожа и резина вместе	3,3
Текстиль	3
Дерево	3,5

ТБО представляют огромную опасность, так как мусорные массы содержат различные штаммы патогенных микроорганизмов, могут стать

причиной тяжелых массовых заболеваний. В ТБО всегда присутствует значительное количество токсичных веществ, много тяжелых металлов. Это создает в случае большого скопления ТБО реальную угрозу здоровью населения. Поэтому обезвреживание и утилизация ТБО является одной из важнейших экологических проблем любого населенного пункта. Состав ТБО чрезвычайно неоднороден.

Состав ТБО имеет важное значение для решения вопроса о способе их ликвидации и, особенно, выбора систем обработки отходов (дробление, сортировка, сжигание, компостирование и т.д.).

Основная масса отходов вывозится на полигоны ТБО. Около 50% полигонов Беларуси эксплуатируются более 15 лет и резерв вместимости на них почти исчерпан. Переработке на мусороперерабатывающих заводах подвергается только 4,5% бытовых отходов. Опасные отходы вывозятся на полигоны промышленных и бытовых отходов.

Ежегодный объем образования *медицинских отходов* составляет около 10 тыс. т. Среди *медицинских отходов* выделяют *группы опасных*:

- медицинскую продукцию, содержащую радиоактивные элементы, ртуть;
- лекарственные средства, содержащие живые культуры микроорганизмов, средства в аэрозольной упаковке;
- наркотические и психотропные средства, антибиотики, антисептики и др.

В каждой группе производится разделение лекарственных средств по агрегатному состоянию, первичной упаковке и другим признакам в соответствии с предполагаемыми методами обезвреживания отходов, образовавшихся после её уничтожения.

Медицинскую продукцию размещают отдельно по группам, упаковывают в контейнеры или иные ёмкости (прочные картонные коробки, ящики, бочки), которые маркируют в соответствии с их содержанием. До завершения уничтожения медицинскую продукцию хранят в сухом безопасном помещении отдельно от продукции, не подлежащей уничтожению. Работы по классификации и группированию лекарственных средств должны выполняться под непосредственным наблюдением лица, имеющего фармацевтическое или медицинское образование.

Владелец отходов, образовавшихся в результате уничтожения медицинской продукции, обязан:

1. *разделить на виды и вести их учёт* в соответствии с Правилами ведения учёта отходов, утверждёнными постановлением Минприроды РБ от 26 ноября 2002 г. № 27

2. *установить класс их опасности* в соответствии с Положением от 30 октября 2001 г. № 62/23/13

3. *разместить* в соответствии с Правилами выдачи, приостановления, аннулирования разрешений на размещение отходов производства от 30 октября 2001 г. № 63/23/13 .

Твёрдые неопасные отходы обезвреживаются захоронением на объектах размещения коммунальных отходов, *жидкие неопасные отходы* могут, по согласованию с организацией, эксплуатирующей объекты водопроводно-канализационного хозяйства и органами Минприроды, обезвреживаться путём разбавления водой с последующим сливом в канализацию.

Опасные отходы, образовавшиеся в результате уничтожения медицинской продукции, обезвреживаются захоронением на объектах захоронения опасных отходов после предварительного заключения их в герметичную металлическую капсулу. Герметичная металлическая капсула получается следующим способом: отходы помещают в прочную металлическую ёмкость, заполняя ее не более чем на 50 % объёма, после чего заливают смесью, состоящей из извести, цемента и воды в соотношении 15:15:5, заваривают сваркой и выдерживают в течение 7- 28 дней для застывания.

Опасные отходы, образовавшиеся в результате уничтожения лекарственных средств, не требующие специальных методов обезвреживания, могут быть обезврежены сжиганием при температуре не ниже 850°С. Опасные отходы, требующие специальных методов обезвреживания, могут быть обезврежены сжиганием при температуре не ниже 1200° С. Установки по сжиганию должны быть оборудованы газоочистными сооружениями по специальной технологии, предусматривающей контроль отходящих газов и зольного остатка и обеспечивать нормы выбросов загрязняющих веществ.

Отходы, образовавшиеся в результате уничтожения антибиотиков и аналогичных противомикробных средств, растворяют в воде, добавляют 10%-ный раствор натрия гидроксида в количестве 10% от объёма, выдерживают в течение 2 недель, после чего нейтрализуют до pH 5,0 – 7,0 и сливают.

Отходы, образовавшиеся в результате уничтожения антисептиков и дезинфицирующих средств, обезвреживаются методом слива в канализацию в соответствии с инструкцией для каждого конкретного средства, содержащей режимы слива и разбавления водой. Запрещается слив любых количеств отходов, образовавшихся в результате уничтожения антисептиков и дезинфицирующих средств, в поверхностные водоёмы.

Отходы, содержащих живые (в том числе ослабленные) культуры микроорганизмов, подвергают стерилизации насыщенным водяным паром при избыточном давлении 1,1 кгс/куб.см и температуре 120°С или 2 кгс/куб.см и температуре 132°С. Стерилизацию осуществляют в паровых стерилизаторах (автоклавах). Время стерилизационной выдержки –

не менее 15 минут для отходов объёмом до 100 мл; не менее 30 минут для отходов объёмом до 1000 мл. Отходы в объёме более 1000 мл в одном сосуде перед стерилизацией должны быть расфасованы в более мелкие сосуды объёмом менее 1000 мл.

Отходы медицинской продукции, содержащей радиоактивные элементы, обезвреживаются в соответствии с санитарными правилами и нормами «Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСП - 2002)».

8.3. Последние годы бурно развиваются *биотехнологии*. Создаются *трансгенные растения и животные – продуценты различных веществ для фармации, парфюмерии и др.*

В Беларуси наряду с *традиционными биотехнологиями* налажено производство лекарственных препаратов антимикробного, противовирусного, противовоспалительного, противоопухолевого, противолейкозного действия, аминокислот, витаминов, ферментов, гормонов, нуклеиновых компонентов, вакцин, кровезаменителей, диагностикумов и др. (всего более 300 наименований).

Для сельского хозяйства производятся кормовые добавки, средства ветеринарной защиты животных, регуляторы роста, инсектицидные, противобактериальные, противогрибковые и противовирусные биопрепараты широкого спектра действия. Освоены методы получения и микрклонального размножения свободного от патогенов посадочного материала сельскохозяйственных и декоративных культур. Новые методы, основанные на культивировании изолированных клеток и тканей растений, находят применение в селекции сельскохозяйственных растений. В селекции животных применяются такие биотехнологические методы, как оплодотворение *in vitro*, трансплантация, деление и криоконсервирование эмбрионов.

В Академии аграрных наук Республики Беларусь разрабатывается совместная с российскими учеными научная программа "Создание высокоэффективных биологически безопасных лекарственных препаратов нового поколения на основе белков человека, полученных из молока трансгенных животных" ("Белроостранген").

Как и всякие новые технологии, генно-инженерные биотехнологии, помимо несомненных достоинств, могут иметь и негативные стороны - это потенциальные неблагоприятные воздействия их на здоровье человека и окружающую среду.

Создан Национальный координационный центр биобезопасности. До тех пор, пока имеется элемент научной неопределенности относительно возможных неблагоприятных последствий генно-инженерной деятельности для здоровья человека и окружающей среды, она, в соответствии с принципом предосторожности, должна регулироваться на государственном уровне.

Особенно загрязняют среду предприятия, производящие антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и др., т.е. предприятия промышленного биосинтеза, в выбросах которых содержатся живые бактериальные клетки или клетки микроскопических грибов. К таким предприятиям относятся и фармацевтические. Реальная экологическая обстановка вокруг них определяется соответствием технологического процесса экологическим требованиям и наличием очистных сооружений. Известно, что новые фармацевтические предприятия, оснащенные современным оборудованием, оказывают минимальное воздействие на окружающую среду.

В настоящее время большинство аптек реализуют только готовые лекарственные формы, что исключает оказание значительного вредного воздействия аптечных учреждений на окружающую среду. Лишь при проведении аналитических исследований фармпрепаратов возможно попадание агрессивных реагентов (сильные щелочи, кислоты) в городскую канализацию. Однако, большая степень разведения водой делает их безопасными.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. Составить протоколы отбора проб воздуха, почвы, воды с целью оценки уровня загрязненности.

ВАРИАНТ 1. Оформить протокол отбора проб и анализа воздуха.

а) Занести данные из индивидуального задания в таблицу (*приложение 1*).

б) Сравнить их с ПДК загрязняющих веществ в атмосфере населённых мест (*приложение 2*) или с ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны (*приложение 3*). Необходимо учесть, что при совместном присутствии в воздухе нескольких веществ, обладающих эффектом суммации действия (*приложение 4*), сумма их концентраций не должна превышать единицу при расчёте по формуле:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1$$

где $C_1, C_2 \dots C_n$ – фактическая концентрация веществ в воздухе, $ПДК_1, ПДК_2 \dots ПДК_n$ – их предельно допустимые концентрации.

в) Сделать заключение о состоянии воздуха. Предложить меры по его улучшению.

ВАРИАНТ 2. Оформить протокол отбора проб и анализа воды.

а) Занести данные из индивидуального задания в таблицу (*приложение 5*).

б) Сравнить их с ПДК вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (*приложение 6 и 6а*) и с общими требованиями к составу и свойствам воды водных объектов у пунктов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования (*приложение 7*). В случае присутствия в воде нескольких веществ 1 и 2 классов опасности, сумма отношений концентрации каждого из веществ в водном объекте к его ПДК не должна превышать единицы:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1$$

В соответствии с классификацией химических веществ по степени опасности они разделяются на 4 класса:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------|
| 1 класс – чрезвычайно опасные; | 3 класс – опасные; |
| 2 класс – высокоопасные; | 4 класс – умеренно опасные |

В основу классификации положены показатели, характеризующие степень опасности для человека веществ, загрязняющих воду, в зависимости от общей токсичности, кумулятивности, способности вызывать отдаленные побочные явления.

в) Сделать заключение о состоянии воды. Предложить меры по его улучшению.

ВАРИАНТ 3. Оформить протокол отбора проб и анализа почвы.

а) Занести данные из индивидуального задания в таблицу (*приложение 8*).

б) Сравнить их с ПДК химических веществ в почве (*приложение 9*).

в) Сделать заключение о состоянии почвы. Предложить меры по его улучшению.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ПРОТОКОЛ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА И РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

- 1 Название предприятия _____
- 2 Дата отбора воздуха _____
- 3 Место отбора _____
- 4 Характер и состояние вентиляции
(естественная, искусственная, приточная, вытяжная,
работает, не работает и т.д. _____
- 5 Температура воздуха _____
- 6 Относительная влажность _____
- 7 Способ отбора пробы _____
- 8 Объем воздуха _____

9 РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

№ пробы	Вещество	Концентрация, мг/м ³	Примечание

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Отбор проб производил.....

При отборе присутствовал.....

Анализ производил.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 1А

ПРОТОКОЛ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА И РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

1. Название населенного пункта _____
2. Дата отбора воздуха _____
3. Место отбора _____
4. Температура воздуха _____
5. Относительная влажность _____
6. Способ отбора пробы _____
объем воздуха _____ скорость (л/мин) _____

7. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА

№ пробы	Вещество	Концентрация, мг/м ³	Примечание

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: _____

Отбор проб производил.....

При отборе присутствовал.....

Анализ производил.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НАСЕЛЕННЫХ МЕСТ

№ п/п	Вещества	ПДК, мг/м ³		класс опасности
		максим. разовая	средне- суточная	
1.	Азота двуокись	0,085	0,04	2
2.	Азота окись	0,6	0,06	3
3.	Аммиак	0,2	0,04	4
4.	Ангидрид сернистый	0,5	0,05	3
5.	Ангидрид уксусный	0,1	0,03	3
6.	Ацетон	0,35	0,35	4
7.	Ацетофенон	0,003	0,003	3
8.	Бенз(а)пирен	–	0,1мкг/100м ³	1
9.	Бензин (нефтяной, малосернистый, в пересчёте на углерод)	5	1,5	4
10.	Бензол	1,5	0,1	2
11.	Водород хлористый	0,2	0,2	2
12.	Гексан	60	–	4
13.	Гексахлорциклогексан (гексахлоран)	0,03	0,03	1
14.	Капролактан	0,06	0,06	3
15.	Кислота азотная	0,4	0,15	2
16.	Кислота капроновая	0,01	0,005	3
17.	Марганец и его соединения	0,01	0,001	2
18.	Мышьяк, неорганические соединения	–	0,003	2
19.	Озон	0,16	0,03	1
20.	Пенициллин	0,05	0,0025	3
21.	Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния в % :			
	выше 70 (диоксид и др.)	0,15	0,05	3
	70-20 (цемент и др.)	0,3	0,1	3
	ниже 20 (доломит и др.)	0,5	0,15	3
22.	Сажа	0,15	0,05	3
23.	Свинец и его соединения (кроме тетраэтилсвинца)	–	0,0003	1
24.	Сероводород	0,008	–	2
25.	Сероуглерод	0,03	0,005	2
26.	Стирол	0,04	0,002	2
27.	Углерода окись	5	3	4
28.	Фенол	0,01	0,003	2
29.	Формальдегид	0,035	0,003	2
30.	Циклогексан	1,4	1,4	4

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

№ п/п	Название вещества	ПДК, мг/м ³	Класс опасности
1.	Азота оксиды (в пересчете на NO ₂)	5	2
2.	Акролеин	0,2	2
3.	Аллилацетат	2	2
4.	Амины алифатические: C7-C9 , C15-C20	1	2
5.	Аммиак	1	2
6.	Ампициллин	20	4
7.	Антибиотики группы цефалоспоринов	0,1	2
8.	Асбестопородные пыли при содержании	0,3	2
9.	Ацетальдегид	4	4
10.	Ацетон	5	3
11.	Ацетофенон	200	4
12.	Аэросил	5	3
13.	Бария хлорид	1	3
14.	Бензальдегид	0,3	2
15.	Бензилпенициллин	5	3
16.	Бензол	0,1	2
17.	Винилацетат	5	2
18.	Винилтолуол	10	3
19.	Винил хлористый	50	4
20.	Иод	5	1
21.	Камфора	1	2
22.	Карбоксиметилцеллюлозы натриевая соль	3	3
23.	Ксилол	10	3
24.	Левомецитин	50	3
25.	Метилловый эфир изовалериановой кислоты	1	2
26.	Оксациллин	5	3
27.	Полимиксин М	0,05	1
28.	Пыль растительного и животного	10	4
29.	происхождения	1	2
30.	Сероводород	10	2
31.	Стирол	10	3
32.	Стрептомицин	0,1	1
33.	Углеводороды алифатические предельные	300	4
34.	Углерода оксид	20	4
35.	Фенацетин	0,5	2
36.	Фенол	0,3	2

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ЭФФЕКТОМ СУММАЦИИ ОБЛАДАЮТ:

- 1) ацетон, акролеин, фталевый ангидрид;
- 2) ацетон, фенол;
- 3) ацетон, ацетофенон;
- 4) бензол, ацетофенон;
- 5) мышьяковистый ангидрид, свинца ацетат;
- 6) озон, двуокись азота, формальдегид;
- 7) сернистый ангидрид, сероводород;
- 8) сернистый ангидрид, двуокись азота;
- 9) серный и сернистый ангидриды, аммиак и оксиды азота;
- 10) фенол; ацетофенон;
- 11) циклогексан; бензол.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРОТОКОЛ ОТБОРА ПРОБ ВОДЫ И РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА

1. Наименование водного объекта _____
2. Категория водного объекта _____
3. Место отбора пробы _____
4. Температура воды _____
5. Объем пробы _____
6. РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА _____

№ пробы	Вещество	Концентрация, мг/м ³	Примечание

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: _____

Отбор проб производил.....

При отборе присутствовал.....

Анализ производил.....

Примечание: различают водопользование двух категорий:

к **первой** относится использование водного объекта в качестве источника централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности;

ко **второй** категории – использование водного объекта для купания, спорта и отдыха населения, а также использование водных объектов, находящихся в черте населённых мест.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6**ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ
Веществ в воде водных объектов хозяйственно-
питьевого и культурно-бытового водопользования**

№ п/п	Название вещества	ПДК, мг/л	Класс опасности
1.	Алкилсульфаты	0,5	4
2.	Алюминий	0,5	2
3.	Аммиак (по азоту)	2,0	3
4.	Анилин	0,1	2
5.	Ацетонитрил	0,7	3
6.	Барий	0,1	2
7.	Белково-витаминный концентрат	0,02	3
8.	Бенз(а)пирен	0,000005	1
9.	Бензин	0,1	3
10.	Бензол	0,5	2
11.	Висмут	0,1	2
12.	Гексаметилендиамин	1,01	2
13.	Дефос	2,0	3
14.	Диметиламин	0,1	2
15.	Железо	0,3	3
16.	Изопрен	0,005	4
17.	Молибден	0,5	2
18.	Керосин окисленный	0,01	4
19.	Нитраты (по NO ₃)	45,0	3
20.	Нитриты (по NO ₂)	3,3	2
21.	Роданиды	0,1	2
22.	Свинец	0,03	2
23.	Сероуглерод	1,0	4
24.	Тетраэтилсвинец	отсутствие	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 6а

**СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ВОДЕ, ВЛИЯЮЩИХ
НА ОРГАНОЛЕПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА**

Наименование химических веществ (мг/л)	Нормы
Сухой остаток	10000
Хлориды	350
Сульфаты	500
Железо	0,3
Марганец	0,1
Медь	1,0
Цинк	5,0
Остаточный алюминий	0,5
Гексаметофосфат	3,5
Общая жёсткость, мгэкв/л	7,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СВОЙСТВАМ ВОДЫ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ПУНКТОВ ХОЗЯЙСТВЕННО-ПИТЬЕВОГО И КУЛЬТУРНО-БЫТОВОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

Показатели состава и свойств воды	Категория водопользования	
	первая	вторая
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных частиц не должно превышать 0,25 мг/л	Содержание взвешенных частиц не должно превышать 0,75 мг/л
Плавающие примеси (вещества)	На поверхности водоёма не должно быть плавающих плёнок, пятен минеральных масел и скоплений других примесей	
Запахи, привкусы	<p>Вода не должна приобретать запахи и привкусы интенсивностью более 1 балла, обнаруживаемые непосредственно при последующем хлорировании</p> <p>Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу рыб</p>	
Температура	Летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Реакция pH	Не должна выходить за пределы 6,5-8,5 pH	
Растворённый кислород	Не должен быть менее 4 мг/л в любой пробе, отобранной до 12 часов дня	
Биохимическая потребность в кислороде	Полная потребность воды в кислороде при 20 °С не должна превышать 3,0 мг/л	Не должна превышать 6,0 мг/л
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний.	
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, которые могут оказать прямо или косвенно вредное действие на организм и здоровье населения	

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

**ПРОТОКОЛ ОТБОРА ПРОБ ПОЧВЫ
И РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА**

1. Место отбора проб _____
2. Объем пробы _____
3. Результаты анализа _____

№ пробы	Вещество	Концентрация, мг/м ³	Примечание

Заключение: _____

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

Отбор проб производил.....

При отборе присутствовал.....

Анализ производил.....

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ

ВЕЩЕСТВО	ПДК, мг/кг	ЛИМИТИРУЮЩИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ВРЕДНОСТИ
Бенз(а)пирен	0,02	Общесанитарный
Бензол	0,25	Транслокационный
ГХЦГ (гексахлоран)	0,1	Переход в растения
Гетерофос	0,05	Транслокационный
ДДТ и его метаболиты	0,1	Переход в растения
Карбофос	1,0	Переход в растения
Кадмий	0,28	Общесанитарный
Марганец	1500	Общесанитарный
Медь	3,0 (подвижных форм)	Общесанитарный (влияние на почвенный микробоценоз)
Метафос	0,1	Переход в растения
Мышьяк	2,0	Переход в растения
Нитраты	130,0	Миграционный водный
Прометрин	0,5	Переход в растения
Ртуть	2,1	Переход в растения
Свинец	20,0	Общесанитарный
Сурьма	4,5	Миграционный водный
Формальдегид	7,0	Общесанитарный
Хлорофос	0,5	Переход в растения
Хром (+6)	0,05	Переход в растения
Цинк	23,0 (подвижных форм)	Транслокационный

Занятие 9

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМАМИ.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ГОРОДЕ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

изучить основные неблагоприятные экологические факторы, воздействующие на городских жителей и сформировать представление об экологическом мониторинге в населенных пунктах.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Национальная система мониторинга окружающей среды РБ: основные задачи, структура.

2. Город как искусственная среда обитания человека. Основные источники загрязнения в городах. Экологические проблемы крупных городов Беларуси, уровни загрязнения воздушной среды, почвы, воды.

3. Медико-экологические проблемы Беларуси. Последствия Чернобыльской катастрофы для населения республики. Медико-экологические проблемы Беларуси, связанные с радиоактивным загрязнением.

4. Экологическая медицина. Влияние различных типов загрязнения на здоровье населения РБ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – С. 132 - 151.
2. Масловский, О.М., Ярошевич, Е.Н. Экологические проблемы Беларуси. – Мн.: Технология, 2006. – 63 с.
3. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. и др. Экологические проблемы городов Беларуси и пути их решения. – Мн.: ОДО «ЛЮРАНЖ-2», 2001. – 44 с.
4. <http://ecoinfoby.net> - сайт Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС)
5. <http://www.belnic.ecoinfoby.net> - сайт РУП "Бел НИЦ "Экология"

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 8 ч.1)

9.1. Национальная система мониторинга окружающей среды РБ (НСМОС) - совокупность систем наблюдений, оценок и прогноза состояния природных сред и явлений, а также биологических откликов на изменение окружающей среды под влиянием естественных и техногенных факторов.

Основные задачи НСМОС:

- получение информации о состоянии окружающей среды по пунктам наблюдений и контролируемым показателям;
- объединение информационных систем отдельных видов мониторинга и создание единой автоматизированной информационной системы для сбора, хранения, обработки, обобщения и представления данных о состоянии окружающей среды;
- оперативная оценка состояния среды и прогнозирование его динамики.

Таблица 9.1

Система мониторинга атмосферного воздуха в РБ

Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ Республиканский Центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды				
Воздух	Осадки твердые и жидкие	Снежный покров	Трансграничный мониторинг	Фоновый мониторинг
18 городов	18 пунктов	22 пункта	1 станция	1 станция
61 станция определяют 30 вредных веществ	12 показателей рН, нитраты, сульфаты, ио- ны аммония, хлориды, гидкарбонаты и др.	12 ингредиентов и показателей: рН, нитраты, сульфаты, ионы аммония, хлори- ды, карбгидро- карбонаты	химсостав ат- мосферных осадков, рН, нитраты, суль- фаты, ионы ам- мония, натрий, кальций и др. 12 показателей	диоксид серы, сульфаты, ди- оксид азота, взвешенные в-ва, свинец, кадмий и др.

НСМОС РБ включает в себя 13 отдельных видов мониторинга:

1. *медицинский мониторинг*,
2. *мониторинг окружающей среды* (2.1. мониторинг атмосферного воздуха, 2.2. мониторинг гидросферы, 2.3. мониторинг земель, 2.4. мониторинг общего содержания атмосферного озона, 2.5. мониторинг сейсмический, 2.6. мониторинг радиационный, 2.7. мониторинг физических явлений, 2.8. комплексный экологический мониторинг),
3. *биологический мониторинг* (3.1. мониторинг растительности, 3.2. мониторинг животного мира),

4. *импактный мониторинг* (4.1. мониторинг чрезвычайных ситуаций, 4.2. локальный мониторинг).

Госкомгидрометом РБ совместно с Минприроды и Минздравом ведется мониторинг состояния атмосферного воздуха в 18 промышленных городах республики, включая областные центры, а также города Орша, Полоцк, Новополоцк, Бобруйск, Речица, Пинск, Светлогорск, Мозырь, Новогрудок и Солигорск. Контролируются вещества, имеющие повсеместное распространение (пыль, диоксид серы, оксид углерода, оксид и диоксид азота), в большинстве городов - специфические вредные вещества, которые присутствуют в выбросах градообразующих предприятий. В промышленных центрах определяется содержание в воздухе формальдегида. Центрами гигиены и эпидемиологии Минздрава РБ осуществляется наблюдение за загрязнением атмосферного воздуха в зоне действия промышленных предприятий, автомагистралей и внутри жилых кварталов.

Для интегральной оценки загрязнения атмосферного воздуха в городах используются «индексы загрязнения атмосферы» (ИЗА). Уровень загрязнения воздуха считается низким, если значение ИЗА менее 5, повышенным – при ИЗА от 5 до 6, высоким – при ИЗА от 7 до 10-13 и очень высоким, когда ИЗА более 14.

В 36 городах Беларуси проводится мониторинг загрязнения *почвенного покрова*. Один раз в пять лет определяется содержание в почвах тяжелых металлов (кадмия, цинка, свинца, меди, никеля и марганца) и легкоподвижных компонентов – сульфатов, нитратов и фтора. Для оценки уровня и опасности загрязнения почв, полученные концентрации веществ сопоставляются с фоновыми и предельно-допустимыми. В качестве фоновых используются средние данные содержания химических веществ в почвах Березинского биосферного заповедника и национального парка «Беловежская Пуща».

9.2. В результате деятельности человека создается «искусственная» среда обитания, отличающаяся от среды эры зарождения человека. *Современные города* стали источниками экологического риска. В Беларуси 81,3 % населения проживает в городах, которые, в большинстве, являются также и крупными промышленными центрами.

В крупных городах природная вода используется, в основном, на хозяйственно-питьевое водоснабжение, относительная величина которого изменяется от 52% (г. Могилев) до 81% (г. Минск). Нарушения требований ГОСТа на *питьевую воду* чаще всего отмечаются по физическим показателям, таким как *мутность* (водозаборы городов Минск, Слуцк, Солигорск, Витебск, Орша, Гродно, Брест, Кобрин, Барановичи, Гомель, Мозырь, Жлобин, Могилев) и *цветность* (Витебск, Орша, Слуцк, Борисов, Новогрудок, Гомель, Жлобин, Брест, Кобрин, Мозырь, Калинковичи). В городах Брест, Барановичи, Кобрин, Витебск, Ка-

линковичи, Речица, Гродно, Новогрудок, Минск по отдельным водозаборным скважинам, расположенным на застроенной жилой территории и в зонах промпредприятий, наблюдается стойкий рост содержания *нитратного и аммонийного азота*, а также *марганца*. В ряде городских водозаборов на территории республики отмечается превышение ПДК по *бору, алюминию, барию* и другим элементам.

Повышение содержания железа, марганца и фтора в природной воде зачастую вызвано поднятием к водозаборам минерализованных вод из нижележащих водоносных горизонтов по тектоническим нарушениям, что определяется геологическими особенностями.

Таблица 9.2

Характеристики питьевой воды

Показатели качества воды	Предельно допустимая концентрация		
	СанПиН Питьевая вода 10-124 РБ 99	Европейское Экономическое Сообщество	Всемирная Организация здравоохранения
1. Органолептические качества воды			
Привкус, в баллах	не более 2	-	-
Цветность в градусах	не более 20	20	15
Мутность, ЕМФ, мг/л	1,5	1,0	2,0
2. Показатели химического состава воды			
Водородный показатель (рН)	6,0-9,0	6,2-8,5	6,5-8,5
Общая жесткость, мг-экв/л	7,0	2,9	2,5
Минерализация мг/л	1000		
Железо общее/растворенное, мг/л	0,3	0,2	0,3
Хлориды, мг/л	350	250	250
Сульфаты, мг/л	500	250	250
Марганец, мг/л	0,1	0,05	0,1
Фториды, мг/л	1,5	0,7-1,5	1,5
Сероводород, мг/л	0,003		
3. Санитарные показатели качества воды			
Окисляемость перманганатная, мг/л	5,0	5,0	-
Нитраты, мг/л	45	50	50
Нитриты, мг/л	3,3	-	-

Большое количество **стоков** образуется за счет промышленно-хозяйственных комплексов. Самым мощным источником химического загрязнения водных объектов сточными водами является г. Минск.

Содержание загрязняющих веществ в **почвах** городов республики колеблется в широких пределах. Наиболее высокие концентрации отме-

чаются в старообжитых районах, зонах промпредприятий и в местах скопления отходов. Максимальное содержание свинца зафиксировано в почве г.Солигорска – в 18,3 раза выше фонового, в Бресте – в 17,8 раз. Максимальное превышение над фоном по цинку отмечалось в г.Гродно – в 22 раза. Наибольшее превышение содержания меди – в Могилеве и Орше – соответственно в 32 и 21,5 раза. Максимальное содержание кадмия обнаружено в почвах Солигорска – в 12,6 раза выше фонового. По никелю наибольшие превышения над фоном отмечены в г. Бресте – 7,3 раза.

Основной проблемой для городов республики является загрязнение *атмосферного воздуха*, что выступает наиболее значимым из экологических факторов, определяющих состояние здоровья людей в общенациональном масштабе. В половине городов Беларуси загрязненность атмосферы определяют повышенные концентрации *формальдегида и взвешенных веществ*. Основной вклад в загрязнение воздуха формальдегидом вносят передвижные источники. Для подавляющего большинства промышленных центров доля формальдегида в суммарном индексе загрязнения атмосферы составляет от 51 до 80%. В промышленных центрах республики средняя концентрация *оксида углерода* почти в 1,5-2 раза ниже, чем в крупных городах Западной Европы. Рост содержания оксида углерода напрямую связан с увеличением интенсивности автомобильного движения. В городах среднегодовые концентрации диоксида серы снизились на 50%. В то же время отмечается рост содержания в атмосферном воздухе *сероводорода* – до 25%.

Индекс загрязнения, рассчитанный по пяти наиболее распространенным загрязняющим веществам: пыли, диоксиду серы, оксиду углерода, диоксиду азота и формальдегиду, уменьшился с 2000 почти наполовину. Уменьшилось число случаев с концентрациями выше 5 ПДК.

Все же около 2,4 млн. городского населения республики могут при определенных метеоусловиях находиться под воздействием концентрации вредных веществ в 5 - 7 раз превышающих ПДК, а около 400 тыс. человек периодически испытывают влияние высоких концентраций загрязняющих воздух веществ.

В городах наиболее выражено физическое загрязнение среды. Серьезная проблема - *шум*: уличный, производственный, бытовой. В крупных городах шумовой фон, в основном транспортный, за последнее десятилетие увеличился более чем в два раза. Во многих городах уровень шума уже превышает допустимые пределы.

Основной источник *вибрационного загрязнения* – рельсовый транспорт (трамвай, метро, железная дорога). В большей части жилых зданий, расположенных вдоль линий Минского метрополитена, уровни вибрации в несколько раз превышают допустимые значения. Аналогичная картина наблюдается и вдоль трамвайных путей, как правило, на

расстоянии до 40 м от них уровни шума и вибрации превышают допустимые в 1,5-2 раза. Железнодорожный транспорт является источником повышенного шума и вибрации в зданиях, расположенных на расстоянии до 50 м от железнодорожного полотна.

В городах всегда меньше солнца, но выше **температура**, чем в прилегающей сельской местности ("острова тепла"). Отопление, промышленность, транспорт выбрасывают теплый воздух, городские многоэтажные здания отражают солнечные лучи в основном к поверхности земли, а в сельской местности – горизонтальная поверхность отражает в атмосферу; материалы, из которых сделаны дома (камень, бетон) в большей степени, чем растительность, поглощают солнечную радиацию и аккумулируют тепло. Создается купол теплого воздуха, который разрушается лишь при усилении ветра или при выпадении осадков, что ведет к изменению мезоклимата.

Резко увеличивается в городах число разнообразных источников электромагнитных полей (**ЭМП**): мобильные телефоны, радары ГАИ, микроволновые печи, компьютеры и т.д. Обычный уровень низкочастотного электромагнитного поля крупного промышленного города соответствует ситуации природной «магнитной бури». Наиболее чувствительные системы организма человека к ЭМП – нервная, иммунная, эндокринная и половая. Для защиты населения в условиях города устанавливается зона защиты строгого режима и ограниченного пользования (СЗЗ) по обе стороны от линии электропередач (табл. 9.3). Источники радиоволнового излучения мощностью более 100 кВт размещаются за пределами населенных пунктов. Если располагаются в черте города, то обязательно создание СЗЗ.

Таблица 9.3

Размеры СЗЗ в зависимости от напряжения в сети ЛЭП

Напряжение в сети	Расстояние
330 кВ	20 м
500 кВ	30 м
750 кВ	40 м
1150 кВ	55 м

Для обеспечения жизнедеятельности города ежедневно в него поступает огромный поток вещества, который порождает равноценный отток отходов в виде тепла, бытового и промышленного мусора и т.д. Одной из серьезнейших проблем городских территорий является утилизация или ликвидация **отходов производства и потребления**. Норма накопления ТБО в современном городе составляет 250 - 700 кг/чел в год, в Минске - 300 кг/чел. В развитых странах накопление ТБО возрастает на 4 - 6% ежегодно, что втрое превышает темпы роста населения.

Столице Беларуси – Минску присущи все черты высоконагруженного промышленного центра, а, следовательно, и все экологические проблемы таких территорий. Уровни шума на основных магистралях составляют 53 - 83 дБА, на улицах местного значения – 54 - 67 дБА, что в несколько раз превышает допустимый.

Для воздушного бассейна города характерно загрязнение воздуха не столько «классическими», сколько специфическими веществами: вклад аммиака и формальдегида в суммарный индекс загрязнения достигает 75%. Содержание в воздухе диоксида азота и аммиака соответствует принятым стандартам качества, но выше, чем в Гомеле, Витебске, Гродно. Уровень загрязнения формальдегидом – 2 ПДК. Больше всего загрязнен воздух в Партизанском, Московском и Фрунзенском районах (ИЗА 3,5 - 4,1). В большей части города ИЗА составляет 1,8- 3,1. Основные места загрязнения располагаются вдоль автомагистралей в тех точках, где по условиям дорожного движения меняется режим работы двигателей – у светофоров, остановок, перекрестков, поворотов.

В Минске зона повышенного загрязнения воздушного бассейна формируется в юго-восточной и центральной частях города и обусловлена:

- мощным промышленным потенциалом, характерным для этих районов (тракторный и автомобильный заводы, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3 и др.);
- преобладанием ветров западной четверти (повторяемость составляет 46%), обуславливающих перенос загрязняющих веществ со всей территории города;
- большой интенсивностью движения транспорта;
- особенностями рельефа (общий наклон местности к юго-востоку, приводящий к стоку атмосферных загрязнений других районов);
- систематическим возникновением «острова тепла» в центре, приводящим к термическому подсосу и стоку загрязняющих веществ.

Таким образом, экологическая ситуация в городе представляется достаточно серьезной.

Наиболее отчетливо влияние экологических проблем прослеживается при анализе демографической ситуации и состояния здоровья населения. Так, уровень общей заболеваемости в Минске превышает общереспубликанский в 1,3 раза и имеет явно выраженную тенденцию к росту. Превышен среднереспубликанский уровень младенческой смертности. Частота случаев мертворождений и гибели детей в первую неделю жизни превышает общереспубликанский более чем на 24%. Общая детская заболеваемость на 40% превышает общереспубликанский уровень. Для Минска характерно значительное превышение показателей по психическим заболеваниям и случаям суицида среди населения по сравнению с общереспубликанскими.

К основным направлениям оздоровления городской среды можно отнести следующие:

- совершенствование механизма управления природопользованием и охраной окружающей среды;
- градостроительно-планировочные мероприятия;
- энергосбережение;
- инженерно-технические мероприятия;
- оздоровительно-профилактические мероприятия;
- экологическое образование и воспитание;
- расширение деятельности общественных экологических организаций и движений.

9.3. Радиоактивное загрязнение в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС носит глобальный трансграничный характер. При этом в наибольшей степени оно затронуло Беларусь. 20,96% площади Беларуси загрязнено радионуклидами, в том числе:

- с уровнем загрязнения от 1 до 5 Ки/км² – 70% всей загрязненной территории,
- 5 - 15 Ки/км² – 18,7%,
- 15 - 40 Ки/км² – 6,4%,
- свыше 40 Ки/км² – 4,6%.

Наиболее пострадала Гомельская область: 66,8% ее площади оказались загрязненными радиацией. В Могилевской – 33, 4%, в Брестской – 11,6%.

Динамику радиационной обстановки на территории Беларуси можно разделить на четыре периода:

1. апрель-июнь 1986 года, когда ситуация определялась в основном короткоживущими радионуклидами (йод-131, 133, 135, лантан-140, барий-140, молибден-99, теллур-132, нептуний-239), период полураспада которых до 1 года, а также долгоживущими радионуклидами.

2. 1986-1987 гг. – наряду с долгоживущими радионуклидами наблюдались в большом количестве церий-144, рутений-106, цезий-137, кюрий-242.

3. Начиная с 1988 г. радиационная обстановка стала определяться в основном радионуклидами цезия-137, стронция-90, а в ближней зоне ЧАЭС еще и плутонием-238, 239, 240, 241 и америцием-241.

4. Начнется с 2060 года, когда загрязнение почвы радионуклидами станет заметно уменьшаться.

Вызванное в первый период короткоживущими радионуклидами облучение миллионов людей получило название «йодный удар», особенно сильный в Гомельской области. В настоящее время основными факторами, влияющими на изменение радиационной обстановки являются:

- процесс естественного радиоактивного распада;

- ветровой перенос за счет вторичного радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы;
- перенос радионуклидов водным путем;
- вертикальная и горизонтальная миграция их в почве.

Последствия Чернобыльской катастрофы еще длительное время будут сказываться на состоянии здоровья населения. Надо отметить далеко не полную ясность генетических последствий хронического влияния малых доз облучения на здоровье человека. Остается много невыясненного и в отношении ряда их медико-биологических аспектов. Дело в том, что специфически радиационных болезней не существует. Можно лишь говорить о том, что излучения стимулируют увеличение количества некоторых из распространенных болезней. После аварии на ЧАЭС в Беларуси увеличилось количество анемий, болезней горла и носа, легочных заболеваний, гипертонической, язвенной болезней, гиперплазии щитовидной железы, хронических и иммунных заболеваний. На большом фактическом материале выявлена зависимость нарушения различных звеньев иммунного статуса у проживающих на загрязненных радионуклидами территориях. Достоверно доказан рост онкологических заболеваний.

Особенно ухудшилось состояние здоровья детского населения, подвергшегося радиационному воздействию: отмечен рост распространенности узловой патологии щитовидной железы, установлено резкое увеличение заболеваемости раком щитовидной железы, особенная агрессивность течения рака щитовидной железы у детей, наблюдается рост аутоиммунных заболеваний, выросла распространенность хронических заболеваний желудочно-кишечного тракта с изменениями слизистой, увеличилось количество невротических расстройств. У 36% детей, подвергшихся постоянному воздействию малых доз радиации, обнаружена гиперплазия щитовидной железы. Известно, что степень выраженности этого воздействия зависит от длительности проживания на загрязненных территориях.

Для уменьшения риска нужно строго контролировать радиационную нагрузку, для чего, прежде всего, следить за степенью загрязненности радионуклидами продуктов питания. Необходим тщательный, всеохватывающий медицинский контроль за состоянием здоровья. Важно обеспечить массовую пектинизацию населения.

9.4. Экологическая медицина - комплексная научная дисциплина, рассматривающая все аспекты воздействия окружающей среды (воды, пищи, физических, химических, биологических, социально-психологических факторов) на здоровье населения с центром внимания на средовых заболеваниях. При этом экологический фактор рассматривается как главная причина возникновения дисфункций и заболеваний.

В 1986г. экологическая медицина была провозглашена самостоятельной научной дисциплиной.

За последние годы выявлены группы болезней, ранее неизвестных: генетические, эндокринные, аллергические, токсические, инфекционные со специфической эпидемиологией и профилактикой. Увеличение хронических легочных заболеваний в городах все чаще связывают с возрастанием плотности городского населения, загрязнением атмосферного воздуха и т.п. Так, рядом исследований установлена прямая связь между хроническими бронхитами у горожан и содержанием в воздухе сернистого газа. Среди детей и подростков сформировались группы «повышенного экологического риска»: с повышенным содержанием свинца в крови, с превышением условно допустимого содержания ртути в организме, со стабильно высокой концентрацией нитратов в тканях, с повышенным уровнем облучения щитовидной железы, хотя эти дети никогда не были в радиоактивно загрязненных районах.

При оценке влияния химических соединений на здоровье людей необходимо объективно определять характер их комбинированного действия. По данным гигиенических исследований в ряде городов отмечается связь между заболеваниями и комплексным показателем загрязнения атмосферного воздуха (ИЗА).

Сильное влияние оказывает физическое загрязнение. Проживание людей в зоне воздействия вибрации и шума приводит к нарушению самочувствия, к напряжению адаптационных реакций организма человека и способствуют более раннему развитию заболеваний. Непрерывное воздействие шума провоцирует развитие ряда сердечно-сосудистых и нервных заболеваний. Результатом продолжительного воздействия электро-магнитных полей даже слабого уровня могут быть раковые заболевания, изменение поведения, склонность к развитию стрессорных реакций, потеря памяти, бессонница, астма, угнетение половой функции, аритмия, хроническая усталость и др. Значительная часть случаев инфаркта миокарда в крупных городах вызвана скачками мощных низкочастотных техногенных электромагнитных полей. В зданиях, расположенных вблизи ЛЭП, 75 - 80% объема квартир подвержены воздействию высоких уровней ЭМП. До последнего времени считалось, что вредна только электрическая составляющая этого воздействия, однако уже доказана связь магнитного загрязнения с развитием онкологических заболеваний. Особенно высока чувствительность к нему детей и эмбрионов, а также людей, страдающих аллергией. Следовательно, влияние химического загрязнения необходимо оценивать на фоне физического загрязнения.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. *Организовать в городе систему мониторинга атмосферного воздуха с заданным временем.*

Региональный мониторинг окружающей среды – система слежения за процессами и явлениями, происходящими в воздухе, в воде или в почве, в пределах обследуемого региона и предупреждение о создающихся критических ситуациях, когда антропогенные воздействия существенно превышают базовый фон. Все системы мониторинга предусматривают организацию сбора информации в соответствующих точках съема показаний приборов или отбора проб на территории региона.

Основная идея тренажера состоит в том, чтобы имитировать получение информации о качестве воздуха в любой точке территории города путем замены инструментальных натурных измерений результатами вычислений концентрации загрязнителей по математической модели загрязнения Минска. Загрязнение атмосферы в тренажере представлено его математической моделью, полученной заранее разработчиками путем обработки результатов многолетних наблюдений.

Конкретный вид модели высокого порядка скрыт от внимания пользователей, поскольку "измерения" осуществляются автоматически в любой точке, где расположен курсор, на компьютерной карте города. Причем в каждой точке направление и скорость ветра определяются автоматически и случайным образом, что тоже напоминает процедуру съема информации в реальных условиях.

Задача пользователя заключается в таком размещении датчиков, чтобы наиболее ценная информация о качестве окружающей среды извлекалась за заданное время.

а) Поочередно открывая окошки верхней строки интерфейса учебного тренажера "Системы мониторинга культурно-промышленного комплекса", ознакомиться с необходимыми материалами:

1. Принцип действия и области использования тренажера
2. Описание объекта
3. Структура тренажера
4. Правила пользования
 - 4.1. Система мониторинга с заданным временем.
5. Факторы
6. Построение информационной сети
 - 6.1. Интуитивное размещение датчиков
8. Анализ экологической обстановки

б) Построить систему мониторинга с заданным временем, выбрав оптимальный вариант решения поставленной задачи, при условии наличия *двух штабов и 4-х машин*.

Заданное время – *3 часа*.

в) Оценить правильность выполнения, вернувшись в главное меню: при верно организованной сети отбора проб коэффициент корреляции по всем видам загрязнителей должен быть близок к единице (*0,8 – 0,9*), что говорит о высокой репрезентативности мониторинга.

Занятие 10

ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ АНТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДУ И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

сформировать представление об организации деятельности по управлению экологической безопасностью. Приобрести опыт природоохранного просвещения.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

1. Современное состояние природной среды Беларуси. Природные ресурсы Беларуси. Атмосферный воздух. Водные ресурсы. Недра и минеральные ресурсы. Почвы Беларуси.

2. Биологическое и ландшафтное разнообразие. Видовой состав естественной флоры и фауны Беларуси. Охотничьи и промысловые животные. Растительные ресурсы: лекарственные и эфиромасличные, пищевые, технические, декоративные и кормовые растения. Проблемы рациональной эксплуатации растительных ресурсов.

3. Охрана природы в Республике Беларусь. Государственная структура охраны природы в РБ. Нормативно-правовая основа охраны природы в Республике Беларусь.

4. Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охраны окружающей среды. Особо охраняемые территории: заповедники, заказники, памятники природы Беларуси. Красная книга Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – 172 с.
2. Красная книга РБ. В 2-х томах. – Мн.: БелЭ им. Петруся Бровки, 2004. – 318 и 354 с.
3. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2010 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2011. – 324 с.
4. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / Под общей редакцией С. И. Кузьмина, В. В. Савченко. – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2011. – 308 с.
5. Природные ресурсы РБ, их использование и охрана. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 31 с.
6. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2010 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2011. – 324 с.
7. <http://minpriroda.by/>
8. <http://ecoinfoby.net>.

ИНФОРМАЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ (лекция 7, лекция 8 ч.2)

10.1. Беларусь расположена в центре Европы на Центрально-Восточной равнине. Для *теплового режима* характерно повышение годовой суммарной *солнечной радиации* с северо-востока на юг, юго-запад от 3500 до 4100 МДж/м². Термические ресурсы территории позволяют возделывать сельскохозяйственные культуры, требующие менее 2000°С активных температур за вегетационный период.

Республика расположена в зоне *достаточного увлажнения*.

Ресурсы поверхностных вод Беларуси оцениваются в 57,9 км³ в год. Речная система р. Днепр с притоками относится к бассейну Черного моря, системы Западной Двины, Немана, Западного Буга – к бассейну Балтийского моря. Насчитывается более 10 тыс. озер, которые сконцентрированы в Поозерье и в Полесье. Около 60% озер имеют ледниковое происхождение, 40% - пойменное (в основном старичные озера Припяти и Днепра). Наиболее крупные озера с площадью более 20 км² – это Нарочь, Освейское, Червоное, Лукомльское, Дривяты. В Беларуси есть несколько искусственно созданных водных систем:

- Березинская (соединяет Западную Двину с Днестром),
- Днепро-Бугский канал
- Огинский канал (водораздельный).

Мониторинг поверхностных вод свидетельствует, что многие реки загрязнены сверх допустимых пределов *нефтепродуктами, тяжелыми металлами*. Высокие концентрации нефтепродуктов прослеживаются в водах Уллы, Днепра, Ясельды, Припяти, Зап.Двины, Свислочи, Немана. *Нитритным азотом* наиболее загрязнены Свислочь, Днепр, Уза, Плисса; *цинком* – Свислочь, Припять, Днепр, Муховец. Воды большинства рек Беларуси относятся к классу умеренно загрязненных, а Свислочь ниже Минска – грязных.

Особая проблема вод – биологическое загрязнение. В озере Нарочь в результате эвтрофикации широко расселился двусторчатый моллюск дрейссена, личинки которого паразитируют на рыбе, приводя к уменьшению численности популяций.

Насущна проблема загрязнения вод радионуклидами, их накопление происходит в донных отложениях: максимальное содержание цезия¹³⁷ зафиксировано в р.Ипуть (г. Добруш) – 13520 Бк/кг.

Естественные ресурсы *подземных вод* (16 км³ в год) – основной источник хозяйственно-питьевого водоснабжения. В Беларуси на одного жителя приходится 200 л/сут., что является самым высоким показателем в Европе. Примером промышленного загрязнения подземных водоносных горизонтов являются отвалы *фосфогипса* на химзаводе г. Гомеля, шламонакопители и поля фильтрации ПО "Азот" (г. Гродно). В Солигорском районе добыча *калийной соли* привела к загрязнению даже

глубокозалегающих подземных вод на площади более 15 км². На отдельных участках минерализация грунтовых вод достигает 200 г/л.

Интенсивное загрязнение грунтовых вод происходит и в сельскохозяйственных районах, особенно в населенных пунктах, в пределах животноводческих ферм, складов минеральных удобрений, на отдельных полях, где нарушаются регламенты внесения удобрений. Около 80% колодцев имеют воду, непригодную для питья, т.е. около 3 млн. человек употребляют воду, опасную для здоровья.

Среди центрально-европейских государств Республика Беларусь обладает наиболее крупными ***торфяными месторождениями верхового типа***. Важность верховых болот определяется водохозяйственными, ресурсоохранными, лечебными, научными и общекультурными критериями. В результате мелиорации значительных площадей фактически исчез ряд ценнейших верховых болот.

Земля является основным природным ресурсом и национальным богатством Беларуси, от эффективности использования которого зависит социально-экономическая и экологическая ситуация в стране. Специфическая черта земли как природного ресурса – ***многофункциональность***: она служит пространственным базисом для размещения отраслей хозяйственного комплекса, поселений, инфраструктуры, главным средством производства в сельском и лесном хозяйстве и пр.

Уникальным свойством сельскохозяйственных земель является плодородие. В Беларуси наибольшим естественным плодородием обладают дерновые и дерново-карбонатные почвы, площади которых невелики. Преобладают дерново-подзолистые. Характерная черта земель Беларуси – значительная разнокачественность и мозаичность.

Эродированные земли занимают около 4 млн.га, наиболее нарушены пахотные земли, расположенные на возвышенностях Белорусской Гряды и на протяженных открытых пространствах Полесской низменности.

Общая площадь сельскохозяйственных земель, загрязненных выбросами предприятий, промцентров и автотранспорта, превышает 600 тыс. га. При неадекватных методах ведения сельского хозяйства оно также является крупным источником отрицательного влияния на почвы.

Сохранение земель как основного средства сельскохозяйственного производства, ключевого средообразующего фактора является одной из наиболее злободневных и насущных проблем.

Недра и минеральные ресурсы – в Беларуси выявлено свыше 4000 месторождений минерального сырья, из них более 600 разведаны детально, половина из которых разрабатываются.

За счет собственных месторождений республика полностью обеспечивает потребности страны в калийных и каменных солях, известковом и цементном сырье, тугоплавких и керамических глинах, песках, строи-

тельных и песчано-гравийных материалах, строительном камне, пресных и минеральных подземных водах. Выявлены запасы нефти, попутного газа, торфа, бурого угля, горючих сланцев, в недрах залегают минеральные рассолы, из которых можно получать йод, бром, калий, магний и другие редкие и рассеянные элементы. Во многих озерах Беларуси и под торфяными залежами выявлены отложения *сапропеля*, представляющего собой ценное органическое удобрение для сельского хозяйства. Обеспечен прирост добычи минеральных вод.

10.2. На территории Беларуси сосредоточены значительные естественные богатства растительного и животного мира.

Растительный покров занимает 67% всей территории и представлен лесной, луговой, болотной и кустарниковой растительностью.

Одним из основных ресурсов Беларуси является *лес*. Он определяет качество жизни, а в глобальном масштабе – выживание.

Таблица 10.1

Эколого-экономические функции леса

Экологические функции	Экономические функции
Климатическая	Строительные материалы
Биологическая	Сырье для химической промышленности
Почвоохранная	Сырье для пищевой промышленности
Водоохранная	Источник лекарственного сырья
Санитарно-гигиеническая	Резерв кормов для животноводства
Оздоровительная	

Наибольшей лесистостью характеризуются Гомельская и Витебская области (45,0 и 39,5% соответственно), наименьшей – Брестская и Гродненская (35,6 и 34,8%).

Лесной фонд, в соответствии с его экономическим, экологическим и социальным значением, местонахождением и выполняемыми им функциями, делится на две группы лесов. 34% относится к первой группе (зеленые зоны вокруг населенных пунктов, защитные – вдоль дорог, курортные), где проводятся только специальные рубки. Остальные – ко второй группе, в которой рубка ограничена размером годичного прироста древесины. Разделение лесов на группы с установлением в них различного режима ведения хозяйства имеет большое значение для их рационального использования.

Наибольшее распространение имеют хвойные леса – половина всей площади, наименьшее – широколиственные леса (3,8%). Хвойные представлены сосновыми (46,2%) и еловыми (4,2%) формациями. Широколиственные – дубовыми, ясеневыми, грабовыми, липовыми и кленовыми. Широколиственно-хвойные леса занимают 13,1% лесной площади. На долю мелколиственных коренных лесов на болотах приходится 9,4% лесных угодий и эта доля неуклонно растет.

Луговые экосистемы (около 16 %) за последние 40 лет сократились в два раза. Пойменные луга крупных и малых рек должны быть сохранены в естественном состоянии, так как наряду с огромным почво-защитным и водорегулирующим значением злаковые, осоково-злаковые и злаково-осоковые луга характеризуются высокой продуктивностью и ценными кормовыми качествами.

Особая роль в формировании ландшафтного и биологического разнообразия Беларуси принадлежит сохранившимся **болотным экосистемам (около 12 %)**. В естественном состоянии осталось 56,7% от исходной площади торфяных болот. Болота играют важную роль в сохранении популяций многих видов растений и животных, а также обеспечивают необходимые условия для мигрирующих (перелетных) птиц.

Очень разнообразны **водные экосистемы** Беларуси. В сохранении уникальных растительных сообществ наиболее значима роль сильно обводненных широких пойм.

Республика располагает значительными **животными ресурсами**: 457 видов позвоночных (в том числе 305 видов птиц, 74 вида млекопитающих, 59 видов рыб, 12 видов земноводных, 7 видов пресмыкающихся, 13 амфибий, 59 видов рыб) и более 20 тыс. видов беспозвоночных. Уникальным видом позвоночных является Беловежский зубр, численность которого более 500 особей. В лесах северной части республики обитает не менее 100 медведей. В отличие от большей части Европы, где волк полностью истреблен, в Беларуси насчитывается более 1000 особей. Экосистемы малых рек Беларуси являются последним прибежищем исчезающего вида мировой фауны – норки европейской. В обширных заболоченных поймах Припяти и ее притоков, а также на крупных болотных массивах находятся основные места размножения находящихся под угрозой исчезновения в Европе черного аиста (15% европейской популяции), малого подорлика (45%), вертявой камышевки (57%) и др.

Наибольшее ресурсное значение для республики имеют **охотничьи и промысловые животные**. К ним относятся 22 вида млекопитающих, 31 вид птиц, 27 видов промысловых рыб, 1 вид рептилий, из беспозвоночных – виноградная улитка, личинки хирономид (мотыль). Особенно ценными видами являются лось, кабан, олень, косуля, выдра, бобр, глухарь, добыча которых, проводится по разовым разрешениям.

На загрязненных радионуклидами территориях, изъятых из обращения, благодаря резкому снижению антропогенного пресса, отмечен рост численности охотничье-промысловых млекопитающих, а также видов, имеющих эпидемиологическое и эпизоотическое значение. Одновременно снижена численность синантропных животных.

Естественная **флора** Беларуси насчитывает около 2 тысяч видов сосудистых растений, из которых треть являются антропофитами. Зареги-

стрировано 430 видов мхов, 477 лишайников, свыше 2200 видов водорослей.

Основу флоры составляют *бореальные и неморальные* виды, характерные для подзоны хвойно-широколиственных лесов. В последнее время в связи с антрополическим прессом и изменением климата увеличивается количество видов *степного и пустынного* флористических элементов. Неуклонно растет число *синантропных* видов.

На территории республики насчитывается около 1700 видов *грибов*. Наибольшее хозяйственное значение имеют: белый гриб, подосиновик, подберезовик обыкновенный, моховик желто-бурый, масленок поздний, лисичка обыкновенная. По величине биологических запасов выделяется опенок настоящий – 129,6 тыс. кг.

Полезными свойствами обладают *более 500* видов белорусской флоры. Однако используется всего лишь 5-8% общего биологического запаса. Из группы *пищевых* растений существенное значение имеют дикорастущие *плодово-ягодные*. Запасы плодов *черники, брусники, малины, клюквы, земляники* исчисляются сотнями тонн. В меньших объемах заготавливаются *голубика, ежевика, смородина черная, рябина обыкновенная, калина* и др. Из *орехоплодных* повсеместно распространена *лещина обыкновенная*. В ликеро-водочной промышленности широко используются многие *эфиромасличные* растения: *мята полевая и водная, чабрец, душица, кадило мелиссолистное, зубровка душистая* и др.

Группа *технических* дикорастущих растений наиболее значительна. В качестве *эфиромасличных*, помимо указанных выше, перспективны *айр обыкновенный, тмин обыкновенный, полынь горькая, багульник, ромашка аптечная* и др. Свыше 200 видов относится к *жиромасличным* растениям (*белена черная, дурман вонючий, эльсгольция Патрена, ослинник двулетний, капуста полевая, чернокорень лекарственный* и др.). Для *целлюлозно-бумажной* промышленности перспективны широко распространенные *травянистые* растения: *тростник южный, камыш озерный, манник большой, манник наплывающий, пушица многоколосковая, пушица влагалищная, канареечник тростниковидный*.

В *дубильно-экстрактовом* производстве применяется сырье из дуба, ели, ив, а также некоторые травянистые растения: *кипрей узколистный, гравилат речной, щавель прибрежный, дербенник иволистный*.

В качестве естественных *красителей* могут быть рекомендованы *дрок красильный, драк германский, пулавка красильная, василек синий, крапива двудомная* и др.

Наша флора богата *декоративными* видами: *башмачок настоящий и большой, ирис сибирский и бледный, адонис весенний, горечавки* – из травянистых; *бересклет европейский и бородавчатый, бузина красная, волчник* – из кустарников.

Разнообразны ресурсы лекарственного сырья и включают травянистые растения, корневища и корни, почки, листья, ягоды, плоды некоторых древесно-кустарниковых пород. В последние годы заготовкам этого сырья уделяется большое внимание. Они осуществляются как для получения экстрактов и медпрепаратов, так и для прямого применения в различных видах.

В централизованном порядке заготавливается лишь 75 видов, в народной медицине используется гораздо больше видов.

Заготовки должны лимитироваться и осуществляться только по лицензиям. При этом необходимо помнить, что ряд лекарственных растений являются редкими для флоры республики и подлежат охране.

10.3. Основу законодательства РБ в области окружающей среды и природопользования составляют:

1. Конституция Республики Беларусь,
2. Концепция государственной политики Республики Беларусь в области охраны окружающей среды, утверждена Верховным Советом Республики Беларусь,
3. Законы Республики Беларусь: а) Об охране окружающей среды; б) О государственной экологической экспертизе; в) Об особо охраняемых природных территориях и объектах; г) О налоге за пользование природными ресурсами (экологический налог); д) Об отходах производства и потребления; е) Об охране и использовании животного мира; ж) Об охране атмосферного воздуха; з) Кодекс Республики Беларусь о земле; и) Водный кодекс Республики Беларусь; к) Кодекс Республики Беларусь о недрах; л) Лесной кодекс Республики Беларусь.

Систему государственных органов власти и управления в сфере охраны природы составляют:

- *Президент* – принимает решения в области окружающей среды, имеющие обязательную силу на всей территории страны.

- *Парламент* – Национальное собрание Республики Беларусь, определяет основные направления государственной экологической политики, принимает законы в области охраны окружающей среды и природопользования, объявляет, в случае необходимости, территории зонами экологического бедствия.

- *Правительство* – Совет Министров РБ реализует государственную экологическую политику, разработку и исполнение государственных экологических программ и крупных природоохранных мероприятий,

- *Совет Министров, местные органы власти* непосредственно несут ответственность за состояние окружающей среды на определенных территориях,

- кроме того, в эту систему входят органы специальной компетенции:

1. **Республиканским органом госуправления в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды является *Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь.***

В систему Минприроды входят:

1. *само Министерство*, состоящее из отделов и департаментов, шесть областных и Минский городской комитеты природных ресурсов и охраны окружающей среды, межрайонные инспекции охраны рыбных ресурсов и охотничьих видов животных и подчиненные организации.

2. *Государственный таможенный комитет* выполняет природоохранные функции путем принятия мер по борьбе с незаконным вывозом животных и растений, с незаконным ввозом товаров, представляющих экологическую опасность для людей и окружающей среды.

3. *Министерство внутренних дел* обеспечивает охрану атмосферного воздуха от вредного воздействия транспортных средств, оказывает содействие природоохранным органам при осуществлении государственного контроля в области охраны окружающей среды. В его составе имеются подразделения экологической милиции.

4. *Управление делами Президента Республики Беларусь* осуществляет управление национальными парками и заповедниками республиканского значения.

К специально уполномоченным органам, наделенным правами государственного контроля по вопросам гигиены труда, качества питьевой воды и продуктов питания, а также соблюдения санитарных правил содержания населенных пунктов, относится Министерство здравоохранения РБ.

Главный принцип административного управления в области природопользования и охраны окружающей среды – *разрешительно-запретительный.* Суть его в том, что Минприроды устанавливаются лимиты на пользование отдельными видами природных ресурсов, выбросы (сбросы) загрязняющих веществ, размещение отходов окружающей среде и т.д., а также выдаются соответствующие лицензии. Возможно приостанавливать деятельность предприятий, в случае их несоответствия нормам экологической безопасности, налагать административные взыскания на граждан и должностных лиц за нарушения природоохранного законодательства, предъявлять иски за нанесенный ущерб.

Экономические рычаги управления природопользованием и охраной окружающей:

1. планирование и финансирование природоохранных мероприятий;
2. льготное кредитование природоохранной деятельности;
3. определение лимитов на пользование природными ресурсами, на выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду;

4. взимание налогов и других платежей за использование природных ресурсов, выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов и другие виды вредного воздействия на окружающую среду;
5. возмещение вреда, причиненного окружающей среде.

За сверхнормативное использование природных ресурсов, выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов платежи взимаются в повышенных размерах.

Бюджетные фонды охраны природы образуются за счет платежей за выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, размещение отходов, штрафов за нарушение природоохранного законодательства и средств, полученных в возмещение вреда, причиненного природной среде, добровольных взносов юридических лиц и граждан. Эти средства, распределяются: 60% перечисляется в городские и районные фонды охраны природы, 30% – в областные и 10% – в республиканский. Используются средства фондов на природоохранные мероприятия.

Важнейшая задача – формирование профессиональных кадров. Подготовка экологов осуществляется на факультетах ВУЗов, дающих профессиональную подготовку в других областях хозяйственной деятельности, следовательно, экологическое образование – дополнительное. С 2002 года в экологическом университете им. А.Д.Сахарова ведется подготовка по специализациям: "Экологический менеджмент и аудит", "Экологический мониторинг", "Стандартизация и метрология", "Экологические информационные сети", а теперь и «Ядерная и радиационная безопасность».

10.4. На современном этапе основным подходом в стратегии охраны природы является географический – определение территорий максимального сосредоточения редких видов.

В соответствии с Общеввропейской стратегией по сохранению биологического и ландшафтного разнообразия требуется обеспечить формирование *национальной экологической сети*, которая складывается из особо охраняемых природных территорий (ООПТ).

Общая площадь ООПТ республиканского значения составляет около 8% территории республики.

Первый заповедник, сформированный на территории Беларуси (1925 г.) – **Березинский**. Это одно из немногих мест в Европе, где сохранились массивы черноольхово-ясеневых лесов и обширных болот различных типов. В 1979 году Березинский заповедник приобрел статус биосферного и был включен в мировую сеть биосферных заповедников. На его базе в 1983 году был проведен I Международный конгресс по проблемам биосферных заповедников.

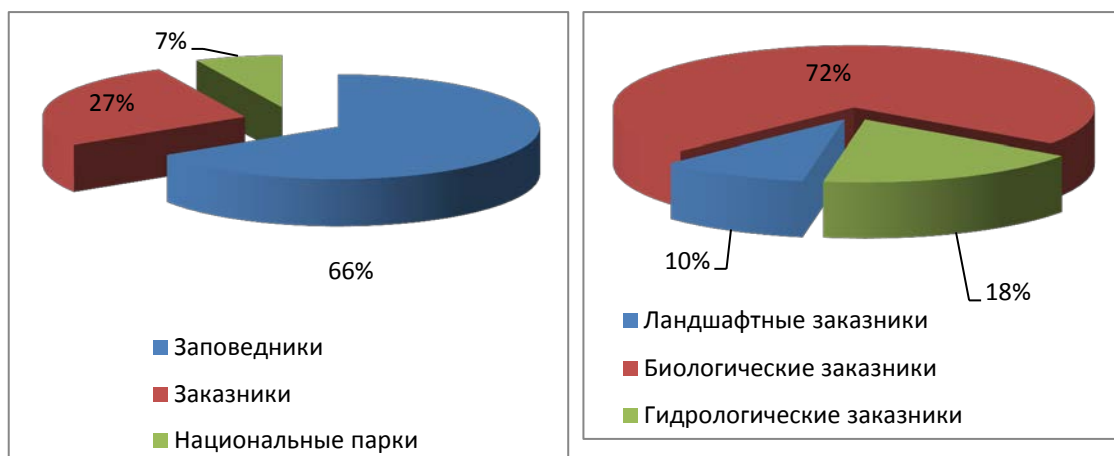


Рис. 10.1. Соотношение площадей разных типов ООПТ Беларуси.

В 1991г. создан первый в Беларуси государственный национальный парк **Беловежская пуща** – это одна из самых титулованных ОПТ в Европе. В 1993 г. национальному парку присвоен статус биосферного заповедника. Здесь наиболее разнообразная флора – 1630 видов. Задача этого парка - сохранение в естественном состоянии типичного для Восточной Европы природного комплекса.

Напротив, национальный парк **Припятский** организован для сохранения уникального для Белорусского Полесья ландшафта и изучения на его базе изменений в природе в связи с осушением болот Полесской низменности. Объединяет сохранившиеся Полесские болота и естественную пойму реки Припять.

В 1995 году организован национальный парк **Браславские озера**. В его структуре функционального зонирования доминируют туристско-рекреационная и хозяйственная деятельность, что не соответствует международным требованиям, предъявляемым к национальным паркам.

В 1999 году в Минской области открыт **Нарочанский** национальный парк для эффективного использования рекреационных возможностей.

Для ведения радиобиологического мониторинга в 1988 году в Гомельской области основан **Полесский радиационно-экологический заповедник** площадью 215,5 тыс.га.

Ценность белорусских ООПТ подтверждена специальными международными дипломами и сертификатами: Березинский биосферный заповедник и Национальный парк «Беловежская пуща» имеют дипломы Совета Европы за успехи в деле охраны природы, «Беловежская пуща» включена в список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО. Три заказника Брестской области: «Споровский», «Ольманские болота» и «Средняя Припять» получили статус водно-болотных угодий международного значения.

Таблица 10.2

**Структура функционального зонирования
в национальных парках Беларуси**

Название парка	Функциональные зоны, % от общей площади			
	заповедная	регулируемого использования	рекреационная	хозяйственная
Беловежская пуща	17,9	65,2	12,3	4,6
Браславские озёра	3,8	41,3	17,6	37,3
Припятский	35,5	52,3	0,7	1,5
Нарочанский	8,4	57,6	1,2	32,8

Целям обеспечения охраны редких и исчезающих видов служит ***Красная книга Республики Беларусь***. В третье издание внесено 189 видов животных, 274 вида растений, грибов – 35.

Материал Красной книги РБ состоит из видовых очерков, включающих информацию о систематическом положении вида, охранном статусе, международной значимости, отличительных морфологических признаках, распространении, местообитаниях, биологии, численности, основных факторах угрозы и мерах охраны. Опубликован «*Черный список*» видов, исчезнувших на территории Беларуси. Недостаточно изученные, а также обычные для Беларуси таксоны, требующие внимания, включены в список *профилактической охраны*.

Научное обеспечение экологических проблем осуществляют научно-исследовательские институты Национальной академии наук Беларуси: Проблем использования природных ресурсов и экологии, Экспериментальной ботаники, ГНПЦ биологические ресурсы, Центральный ботанический сад и др., а также ряд институтов и центров различных министерств.

Для внедрения природоохранных мероприятий на предприятиях государством финансируется ряд научных программ: "Ресурсосбережение", "Природопользование и охрана окружающей среды", "Экологическая безопасность" и др.

ХОД ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ

Задание 1. *Подготовить сообщение на выбранную тему. Оформить реферат.*

ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Экологическая стратегия Беларуси. Основные принципы Концепции государственной политики в области охраны окружающей среды.
2. Национальная стратегия устойчивого развития Беларуси (НСУР 2020).
3. Экологическая сертификация предприятий и продукции в РБ.
4. Государственная экологическая экспертиза.
5. Государственная структура охраны природы в РБ: организации, подготовка кадров.
6. Система экологического мониторинга в Беларуси.
7. Международные соглашения в сфере охраны природы: конвенции, подписанные РБ.
8. Красная книга республики Беларусь: третье издание.
9. Голубая книга республики Беларусь.
10. Характеристика особо охраняемых территорий: заповедники, заказники, памятники природы Беларуси.
11. Участие общественности в решении экологических проблем регионов. Создание экологических повесток городов Беларуси.
12. Общественные природоохранные объединения Беларуси.
13. Природные ресурсы и современное состояние природной среды Беларуси: почвы.
14. Природные ресурсы и современное состояние природной среды Беларуси: водные ресурсы.
15. Природные ресурсы и современное состояние природной среды Беларуси: недра и минеральные ресурсы.
16. Природные ресурсы и современное состояние природной среды Беларуси: растительные ресурсы.
17. Природные ресурсы и современное состояние природной среды Беларуси: ресурсы лекарственных растений.
18. Современное состояние природы Беларуси: биологическое разнообразие.
19. Современное состояние природной среды Беларуси: атмосферный воздух, трансграничный перенос.
20. Экологические проблемы современного большого города (на примере крупных белорусских городов).
21. Экологические проблемы родного города (деревни, агрогородка).
22. Последствия чернобыльской катастрофы: социально-медицинские проблемы переселенцев.
23. Последствия чернобыльской катастрофы: пути минимизации «расползания» радиационного загрязнения.
24. Последствия чернобыльской катастрофы: проблема производства чистых продуктов питания.
25. Последствия чернобыльской катастрофы: пути реабилитации загрязненных территорий.

26. Изменение растительности Беларуси под воздействием человека.
27. Проблемы возобновления и рациональной эксплуатации популяций лекарственных растений.
28. Географический фактор в изменении количественного и качественного состава БАВ в растениях.
29. Влияние экологических факторов на накопление БАВ в лекарственных растениях.
30. Ритмичность динамики БАВ в ЛРС: суточная, сезонная.
31. Проблема утилизации промышленных отходов в Беларуси.
32. Проблема утилизации ТБО в городах Беларуси.
33. Влияние крупных нефтеперерабатывающих производств на окружающую среду: «Нафтан», «Полимир».
34. Влияние крупных белорусских производств на окружающую среду.
35. Экологическая безопасность использования биотехнологий в Республике Беларусь.
36. Влияние фармацевтических производств на окружающую среду.
37. Влияние на окружающую среду отходов аптек.
38. Обезвреживание медицинских отходов.
39. Медико-экологические проблемы Беларуси.
40. Научное обеспечение решения задач экологической безопасности и устойчивого развития в РБ.

Занятие 11

ЗАЧЕТНОЕ ЗАНЯТИЕ

(компьютерное тестирование)

ЦЕЛЬ ЗАНЯТИЯ:

оценить знания студентов, приобретенные в процессе прохождения дисциплины «Основы экологии и охраны природы».

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ

Все вопросы для подготовки к практическим занятиям по дисциплине. Тесты в электронном варианте.

ТЕСТЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Занятие 1

ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ПРИРОДЫ. ОСНОВНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДЕЙСТВИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

1.	Что является предметом изучения экологии?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Элементы среды, прямо влияющие на жизнедеятельность организмов 2. Биологические макросистемы и их динамика во времени и пространстве 3. Функционирование структур организма в изменяющихся условиях среды 4. Закономерности эмбрионального развития животных
2.	Автор концепции пищевых цепей и круговорота веществ	<ul style="list-style-type: none"> 1. В. Шелфорд 2. Ричард Брэдли 3. Ф. Клементс и В. Шелфорд 4. Р. Линдеман и Дж. Хатчинсон
3.	В каком периоде во взаимодействии человека с природой произошел первый экологический кризис, приведший к резкому сокращению численности людей?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Доисторический 2. Аграрной культуры 3. Индустриальной культуры 4. Постиндустриальной культуры
4.	В поверхностных слоях открытого океана лимитирующим фактором является	<ul style="list-style-type: none"> 1. Свет 2. Элементы минерального питания 3. Температура 4. Соленость 5. Содержание кислорода
5.	К какой группе экологических факторов относится рН почвы?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Климатические 2. Эдафические 3. Химические 4. Биотические 5. Антропогенные
6.	Как называются организмы, способные существовать в узком диапазоне температур?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Олиготермы 2. Эвритермы 3. Стенотермы 4. Политермы
7.	Определенные требования вида к факторам среды, обусловленные наследственно	<ul style="list-style-type: none"> 1. Экологическая пластичность 2. Экологический спектр вида 3. Экологические преферендумы 4. Экологическая валентность
8.	Как называется совокупность необходимых для организма элементов среды, без которых	<ul style="list-style-type: none"> 1. Условия существования 2. Ресурсы 3. Среда обитания

	он существовать не может?	4. Экологические факторы
9.	Предметом изучения какого раздела экологии является вид?	1. Аутэкология 2. Демэкология 3. Эйдэкология 4. Синэкология 5. Экология макросистем высшего ранга
10.	Пределы выносливости (толерантности) - это	1. Диапазон изменчивости фактора, при котором способен жить организм 2. Минимальная доза фактора, при которой способен жить организм 3. Максимальная доза фактора, которую способен выдержать организм и не погибнуть
11.	Способность организмов адаптироваться к определенному диапазону изменений интенсивности фактора	1. Экологический спектр вида 2. Экологическая валентность 3. Экологические преферендумы 4. Экологическая устойчивость
12.	Укажите область компетенции синэкологии	1. Взаимодействие популяций с окружающей средой 2. Взаимодействие сообществ с окружающей средой 3. Экосистемы разного уровня организации 4. Взаимодействие организмов с окружающей средой
13.	Среда обитания - это	1. Совокупность жизненно необходимых для организма факторов 2. Все элементы и явления живой и неживой природы, окружающие живые организмы 3. Совокупность факторов, вызывающих приспособительные реакции у организмов
14.	Виды-индикаторы являются в экологическом отношении	1. Эврибионтами 2. Стенобионтами 3. Олигобионтами 4. Экологически пластичными
15.	Экологическим ресурсом является	1. Элемент среды, прямо влияющий на жизнедеятельность организмов 2. Элемент среды, количество которого может быть исчерпано в процессе жизнедеятельности организма 3. Часть природы, воздействующая на экологическую систему

	4. Жизненно необходимый для организма фактор
--	--

Занятие 2
**ВАЖНЕЙШИЕ АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА
 НАКОПЛЕНИЕ БАВ В ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЯХ**

1.	К какой экологической группе по отношению к влажности относятся растения с листьями сухими, жесткими, часто видоизмененными в иглы, чешуйки или свернутыми устьичной стороной внутрь?	1. Гидрофиты 2. Гигрофиты 3. Мезофиты 4. Суккуленты 5. Склерофиты
2.	Какой пигмент преобладает у тенелюбов?	1. Хлорофилл а 2. Хлорофилл b 3. Хлорофилл с 4. Хлорофилл d
3.	Какой признак К.Раункиер положил в основу классификации жизненных форм растений?	1. Расположение точки возобновления 2. Расположение листьев 3. Размер одревесневших побегов
4.	Что означает t_1 в формуле определения суммы эффективных температур? $C = (t - t_1) \cdot n$	1. Время развития 2. Температура опыта 3. Нижний температурный порог развития 4. Верхний температурный порог развития
5.	Когда чаще всего наблюдается максимальное содержание БАВ в надземных частях растений?	1. Во время бутонизации 2. Во время цветения 3. Во время завязывания плодов 4. Во время плодоношения
6.	Перечислите группы адаптаций организмов к экологическим факторам.	1. Морфо-анатомические 2. Патологические 3. Этологические 4. Физиологические
7.	Какие физиологические процессы определяют сопротивляемость растений действию высоких температур?	1. Образование этиленгликоля и глицерина 2. Повышенная транспирация 3. Высокое содержание коллоидно-связанной воды 4. Значительное количество РНК и солей
8.	Приведите примеры мезофитов	1. <i>Ácorus cálamus</i> 2. <i>Caléndula officinális</i>

		3. <i>Plantágo major</i> 4. <i>Menyánthes trifoliáta</i> 5. <i>Cómarum palústre</i>
9.	Для нормального осуществления какого процесса у растений необходима разница температур почвы и атмосферы?	1. Питание 2. Дыхание 3. Транспирация 4. Накопление запасных в-в 5. Опыление
10.	Чем не определяется тепловая обстановка местообитания?	1. Географическим положением 2. Рельефом 3. Сезон 4. Время суток 5. Ни один ответ не верен
11.	От какого фактора главным образом зависит анатомо-морфологическая характеристика листьев?	1. Температура 2. Увлажнение 3. Освещенность 4. Высота над уровнем моря 5. Давление
12.	Какие характеристики почв оказывают главное влияние на продуктивность и химический состав растений?	1. Температура 2. Плодородие (агрохимические показатели) 3. Увлажнение 4. Плотность 5. Механический состава
13.	Хеморасы – это...	1. Популяции растений, не отличающиеся морфологически, но значительно различные химически 2. Популяции растений, отличающиеся морфологически и химически 3. Группировки растений одного вида, произрастающие на разных по химсоставу почвах
14.	В районах с каким климатом более перспективен поиск лекарственных растений, содержащих эфирные масла?	1. Океанический 2. Сухой и жаркий 3. Влажный и холодный 4. Влажный и жаркий
15.	Чем отличаются жирные масла растений северных и средних широт от жирных масел растений южных широт?	1. Содержат кислоты с большим молекулярным весом 2. Содержат кислоты с большим числом двойных связей 3. Содержат кислоты с меньшим числом двойных связей 4. Обладают резким ароматом

Занятие 3

ОСНОВНЫЕ СРЕДЫ ЖИЗНИ. ПОЧВА

1.	Воду, с какой концентрацией солей называют пресной?	<ul style="list-style-type: none"> 1. 0 г\л 2. Менее 0,5 г\л 3. Менее 2 г\л 4. Менее 1 г\л 5. Менее 0,5%
2.	Выберите экологические группы гидробионтов.	<ul style="list-style-type: none"> 1. Нектон 2. Планктон 3. Детрит 4. Бентос 5. Нейстон
3.	Почва – это ...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Продукт взаимодействия сообществ живых организмов и геологического субстрата под влиянием климата и топографии 2. Биокосное тело 3. Верхний слой литосферы.
4.	Какие почвы относят к очень кислым?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Дерново-подзолистые 2. С pH 3,0 - 3,5 3. Торфяники 4. Оподзоленные лесные
5.	Как изменяется давление, испытываемое водными организмами с глубиной?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Возрастает на 10 атм на каждые 10 м глубины 2. Возрастает на 1 атм на каждые 10 м глубины 3. Возрастает на 1 атм на каждые 100 м глубины
6.	На какие группы по содержанию кислорода и минерального питания разделяются водоемы?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Соленые 2. Эвтрофные 3. Пресные 4. Дистрофные 5. Олиготрофные
7.	Назовите вид почвенной влаги, удерживаемой силами поверхностного натяжения. Играет наибольшую роль в водоснабжении растений.	<ul style="list-style-type: none"> 1. Гигроскопическая 2. Поверхностная 3. Гравитационная 4. Капиллярная
8.	В каких условиях образуется грубый гумус (мор)?	<ul style="list-style-type: none"> 1. При сильнокислой реакции почвы 2. В присутствии смол и дубильных

		<p>веществ</p> <p>2. При щелочной реакции</p> <p>3. Бедное почвенное население</p>
9.	Зональные почвы – это ...	<p>1. Болотные</p> <p>2. Соответствуют климатическим условиям географических зон</p> <p>3. Для территории беларуси – подзолистые и дерново-подзолистые</p> <p>4. Встречаются в разных географических зонах</p> <p>5. Аллювиальные</p>
10.	Благодаря чему возникает ризосфера у хлебных злаков?	<p>1. Выделения корней</p> <p>2. Аминокислоты,</p> <p>3. Нуклеотиды, фосфатиды, витамины</p> <p>4. Азотистые соединения</p> <p>5. Углеводы и органические кислоты</p>
11.	От чего зависит химический состав проточных вод?	<p>1. От природы скальных пород</p> <p>2. От в-в, приносимых притоками</p> <p>3. От сбросов промышленных районов</p>
12.	Для живого организма как среды обитания характерны:	<p>1. Резкие изменения температуры</p> <p>2. Относительная стабильность условий</p> <p>3. Практически неограниченный запас пищи</p> <p>4. Относительно малая плотность среды</p> <p>5. Практически полное отсутствие кислорода</p>
13.	К какой группе паразитов относятся комары и другие кровососущие двукрылые?	<p>1. Эктопаразиты</p> <p>2. Эндопаразиты</p> <p>3. Стационарные паразиты</p> <p>4. Временные паразиты</p> <p>5. Факультативные</p>
14.	Назовите наиболее ацидофильные виды растений.	<p>1. Мать-и-мачеха, клевер луговой</p> <p>2. Костер безостый, ветреница, хохлатка</p> <p>3. Черника, мхи</p> <p>4. Черемша, горошек посевной, володушка</p> <p>5. Ландыш, колосок душистый, вереск</p>
15.	Наиболее распространенными почвами на территории Беларуси являются	<p>1. Дерново-подзолистые</p> <p>2. Подзолистые</p> <p>3. Дерново-карбонатные</p> <p>4. Бурые лесные</p> <p>5. Болотно-подзолистые</p> <p>6. Торфяно-болотные</p>

Занятие 4

ДЕМЭКОЛОГИЯ. ВОЗОБНОВЛЕНИЕ ПОПУЛЯЦИЙ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

1.	Назовите динамические параметры популяции	<ul style="list-style-type: none"> 1. Плотность 2. Рождаемость 3. Смертность 4. Возрастная структура 5. Иммиграция
2.	Основные принципы рационального использования лекарственных растений	<ul style="list-style-type: none"> 1. Правильное планирование заготовок 2. Соблюдение способов и правил заготовки сырья 3. Нормирование заготовок сырья 4. Учет биологических особенностей лекарственных растений 5. Все ответы верны
3.	Минимальная самовоспроизводящаяся группа одного вида, на протяжении эволюционно длительного времени населяющая определенное пространство, образующая самостоятельную генетическую систему и формирующая собственное экологическое гиперпространство	<ul style="list-style-type: none"> 1. Гильдия 2. Фитоценоз 3. Популяция 4. Биоценоз 5. Биогеоценоз
4.	Количество потомков одной женской особи - это...	<ul style="list-style-type: none"> 1. Плотность 2. Численность 3. Плодовитость 4. Смертность
5.	Что не происходит при увеличении плотности популяции больше оптимальной?	<ul style="list-style-type: none"> 1. Снижается плодовитость особей 2. Возникает каннибализм 3. Увеличивается смертность на ранних стадиях развития 4. Уменьшаются размеры особей 5. Стимулируется раннее половое

		созревание
6.	В наименьшей степени связано с численностью популяции действие фактора	1. Паразитизма 2. Хищничества 3. Низкой температуры 4. Конкуренции 5. Накопления отходов жизнедеятельности
7.	Популяция может увеличивать численность экспоненциально	1. Когда ограничена только пища 2. При освоении новых мест обитания 3. Только в случае отсутствия хищников 4. Только в лабораторных условиях
8.	Демографическая пирамида в форме равнобедренного треугольника характеризует популяции	1. С преобладанием детской смертности 2. С преобладанием смертности в старческом возрасте 3. С равномерной смертностью во всех возрастах 4. С сильными колебаниями смертности, не зависящими от возраста 5. Возможна при всех перечисленных вариантах
9.	Плотность популяции – это	1. Общее количество особей, которые образуют популяцию 2. Количество особей в расчете на единицу пространства или объема 3. Количество особей, отрожденных за один вегетационный сезон 4. Численность, достаточная для выживания популяции при резких изменениях факторов среды
10.	Чем определяются режимы заготовок одного вида ЛР на разных территориях?	1. Биологическими особенностями 2. Экологическими условиями произрастания 3. Временем отрастания вегетативных органов 4. Характером заготавливаемых частей растения
11.	В Республике Беларусь соотношение новорожденных мальчиков и девочек составляет 1,017 : 1,000 - это	1. Первичное соотношение полов 2. Вторичное соотношение полов 3. Третичное соотношение полов 4. Ни один ответ не верен
12.	Метод учетных площадей используется для оценки	1. Скорости размножения популяции 2. Интенсивности эмиграции особей из популяции

		3. Плотности популяции 4. Скорости возобновления популяции после заготовки ЛРС
13.	Фенетика – это раздел популяционной биологии, занимающийся изучением	1. Генетической структуры популяции на основе изучения частот дискретных вариаций признаков 2. Пространственной структуры популяции на основе изучения частот аллелей 3. Закономерностей роста популяции в благоприятных условиях
14.	«Недонаселенность (отсутствие агрегации) и перенаселенность могут оказывать лимитирующее влияние на выживаемость и скорость роста популяции» - это	1. Принцип В.Олли 2. Закон В. Шелфорда 3. Правило Р. Линдемана 4. Правило В.В. Алехина 5. Закон Бергмана
15.	Виды, которые быстро заселяют новые местообитания, быстро используют доступные ресурсы и замещаются другими, т.е. данное местообитание они занимают лишь в течение жизни одного, максимум нескольких поколений	1. r-стратегии 2. K-стратегии 3. Виоленты 4. Эксплеренты 5. Пациенты

Занятие 5

БИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ. ДИНАМИКА БИОГЕОЦЕНОЗОВ

1.	Виды, которые обуславливают условия обитания других компонентов биогеоценоза	1. Доминантные 2. Предоминантные 3. Эдификаторные 4. Викарирующие
2.	Совокупность биогеоценозов, располагающихся вдоль градиента какого-либо фактора (или группы факторов) среды	1. Биоценоз 2. Биогеоценоз 3. Экологический ряд 4. Биом
3.	Основные закономерности экогенетической сукцессии	1. Увеличение биомассы 2. Увеличение кол-ва r-стратегов 3. Увеличение численности, кол-ва

		<p>видов и спектров жизненных форм</p> <p>4. Уменьшение количества доминирующих видов</p>
4.	Величина, характеризующая биогеоценоз - выражается в граммах углерода или сухого органического вещества на 1 кв. м. площади (или 1 куб. м. объема) в единицу времени	<p>1. Биологическая продуктивность</p> <p>2. Чистая продукция</p> <p>3. Валовая продукция</p> <p>4. Первичная продукция</p> <p>5. Вторичная продукция</p>
5.	Сколько процентов численности (или биомассы) приходится на долю доминантного вида?	<p>1. Более 5%</p> <p>2. Более 50%</p> <p>3. Более 70%</p>
6.	Сукцессия, восстанавливающая ценоотическую среду биогеоценоза после нарушения	<p>1. Первичная</p> <p>2. Вторичная</p> <p>3. Демутационная</p> <p>4. Эндогенная</p>
7.	Термин «ниша» ввел	<p>1. В.Н. Сукачев</p> <p>2. Р. Брэдли</p> <p>3. Д. Гриннелл</p> <p>4. В.В. Алехин</p> <p>5. Р. Линдеман</p>
8.	В какую сторону меняет водный режим увеличение мощности торфяного слоя в болотном местообитании?	<p>1. Меньшей влажности</p> <p>2. Лучшей аэрации</p> <p>3. Большого увлажнения</p> <p>4. Уплотнения субстрата</p>
9.	Диапазон условий, в которых живет и воспроизводит себя особь или популяция	<p>1. Ареал</p> <p>2. Экологическая ниша</p> <p>3. Местообитание</p> <p>4. Биотоп</p>
10.	Агенты влияния высших растений на высшие	<p>1. Феромоны</p> <p>2. Коллины</p> <p>3. Антибиотики</p> <p>4. Маразмины</p> <p>5. Фитонциды</p>
11.	«Два вида не могут существовать в одном местообитании, если их экологические потребности идентичны» - это	<p>1. Принцип В.Олли</p> <p>2. Закон Гаузе</p> <p>3. Правило В.В. Алехина</p> <p>4. Закон Бергмана</p>
12.	Как называются экосистемы, находящиеся в равновесии с зональным климатом?	<p>1. Пионерные</p> <p>2. Серийные</p> <p>3. Климатические</p>

		4. Насыщенные
13.	Физическое вытеснение одного вида другим	1. Интерференционная конкуренция 2. Эксплоатативная конкуренция 3. Комменсализм 4. Форезия
14.	Какие из экологических пирамид никогда не бывают перевернутыми?	1. Пирамиды численности 2. Пирамиды биомассы 3. Пирамиды энергии
15.	Стабильность биогеоценоза возрастает с увеличением	1. Количества видов 2. Разнообразия функциональных групп 3. Количества консументов 4. Числа цепей питания

Занятие 7

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ

1.	Стратегический документ - прогноз социально-экономического развития страны, который должен определять направления решения национальных проблем развития экономики и социальной сферы во взаимосвязи с экологией и основными тенденциями мирового развития.	1. Повестка 21 2. НСУР 3. Декларация Земли 4. Конвенция
2.	Как называется вещество биосферы, созданное и перерабатываемое живыми организмами?	1. Живое 2. Биогенное 3. Косное 4. Биокосное 5. Вещество рассеянных атомов
3.	Основные принципы устойчивого развития	1. «Загрязнитель платит» 2. Развитие хозяйственной деятельности – исключительно в пределах ёмкости экосистем 3. Человек – цель прогресса 4. Рациональное природопользование 5. Все перечисленные
4.	Недостаток каких ресурсов для человечества ощущается уже в наши дни?	1. Уголь 2. Нефть 3. Газ

		4. Пресная вода 5. Минеральные ресурсы
5.	Назовите наиболее эффективный способ борьбы с вредителями сельскохозяйственных растений.	1. Применение инсектицидов 2. Применение зооцидов 3. Применение феромонов 4. Биологическая защита
6.	Термин «устойчивое развитие» обосновал в своих работах	1. В.И.Вернадский 2. М. Бигон, Дж. Харпер, Таундсен 3. Дж.Форчестер и Д.Медоуз 4. Ю.Одум
7.	В.И.Вернадский считал основной предпосылкой перехода биосферы в ноосферу	1. Увеличение добычи полезных ископаемых 2. Успехи технологии 3. Научную мысль 4. Расширение сельскохозяйственных площадей
8.	Благоприятные факторы и условия, которые способствуют переходу РБ к устойчивому развитию.	1. Высокий общеобразовательный уровень населения 2. Выгодное экономико-географическое положение 3. Значительные энергетические ресурсы 4. Многоотраслевой промышленный комплекс 5. Развитая система транспортных коммуникаций
9.	Выберите правильный иерархический ряд экосистем	1. Биогеоценоз - биом - ландшафт-биогеографическая область- биосфера 2. Биом – биосфера – биогеоценоз - ландшафт - биогеографическая область 3. Биосфера - биом биогеоценоз – ландшафт - биогеографическая область 4. Биогеоценоз – ландшафт - биом - биогеографическая область – биосфера
10.	В перечень экологически опасных видов деятельности, по которым требуется проведение ОВОС, входят следующие виды деятельности:	1. Атомная энергетика 2. Биохимическое, биотехническое, фармацевтическое производство 3. Производство целлюлозы, бумаги и картона 4. Реализация медикаментов через аптечную сеть 5. Кожевенное производство и текстильная промышленность
11.	Новая форма участия граждан в	1. Общественная оценка воздействия на

	процессе экологически значимых решений	принятия о окружающую среду (ОВОС) 2. Государственная экологическая экспертиза 3. Экологическая сертификация 4. Экологический десант
12.	Центральные экологические проблемы современности, названные в 1992 в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию	1. Изменение климата 2. Опустынивание и деградация земель 3. Утрата биологического разнообразия 4. Все перечисленные
13.	Международный процесс совместного поиска и выработки решений по переходу цивилизации к устойчивому развитию получил название	1. Национальная программа 2. Венское соглашение 3. Киотский протокол 4. процесс Рио
14.	Цель экологической сертификации	1. Защита потребителей от приобретения продукции, представляющей опасность для окружающей среды 2. Усовершенствование технологических процессов 3. Выполнение международных обязательств РБ в области охраны окружающей среды 4. Внедрение экологически безопасных технологических процессов 5. Предотвращение ввоза в страну экологически опасной продукции, технологий и отходов
15.	Международные Конвенции по важнейшим экологическим проблемам современности, названным в 1992 в Рио-де-Жанейро на конференции ООН по окружающей среде и развитию	1. Рамочная конвенция ООН об изменении климата, 2. Конвенция ООН по борьбе с опустыниванием/деградацией земель, 3. Конвенция ООН о биологическом разнообразии 4. Все перечисленные

Занятие 8

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

1.	Какие белорусские города чаще других лидируют по количеству выбросов в	1. Минск 2. Новополоцк 3. Могилев
----	--	---

	атмосферу?	4. Гомель 5. Витебск
2.	«Парниковый эффект», связанный с накоплением в атмосфере углекислого газа, сажи и др. твердых частиц ...	1. Вызовет повышение средней температуры на планете 2. Будет способствовать улучшению климата на планете 3. Вызовет уменьшение прозрачности атмосферы, что приведет к похолоданию 4. Не приведет к заметным изменениям в биосфере
3.	В подвальных непроветриваемых помещениях значительную дозу облучения человек получает за счет ...	1. Стронция 2. Аргона 3. Радона 4. Иода 5. Полония
4.	Выпадение кислотных дождей связано с ...	1. Изменением интенсивности солнечной радиации 2. Повышением содержания углекислого газа в атмосфере 3. Увеличением количества озона в атмосфере 4. Выбросами в атмосферу диоксида серы 5. Выбросами в атмосферу оксидов азота
5.	Какой из приведенных загрязнителей атмосферы является первичным?	1. SO_2 2. SO_3 3. H_2SO_4 4. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$
6.	Источники биологического загрязнения вод -	1. Стоки фармацевтических предприятий 2. Бытовые стоки (содержащие пищевые отходы, фекалии) 3. Промышленные стоки молочных, сахарных, целлюлозно-бумажных заводов 4. Городские свалки 5. Все перечисленные
7.	Как мешающий, обычно воспринимается шум, превышающий ...	1. 10 дБ 2. 15 дБ 3. 25 дБ 4. 70 дБ 5. 100 дБ

8.	Как называются твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе средний размер которых 0,1-20 мкм?	1. Пыль 2. Порошок 3. Эмульсия 4. Аэрозоль 5. Дым
9.	Какие виды ПДК используются для санитарной оценки воздуха?	1. ПДК для воздуха рабочей зоны 2. Максимально-разовая ПДК для воздуха населенных мест 3. Среднесуточная ПДК для воздуха населенных мест 4. Предельно допустимый выброс
10.	Какими свойствами обладают 200 выделенных экспертами ЮНЕСКО наиболее опасных веществ?	1. Канцерогенными 2. Мутагенными 3. Седативными 4. Аттрактивными
11.	Перечислите все условия, необходимые для образования фотохимического тумана (смога).	1. Высокая концентрация загрязнителей 2. Интенсивная солнечная радиация 3. Отсутствие ветра 4. Наличие ветра 5. Наличие инверсии приземного слоя воздуха
12.	Максимально-разовая ПДК для воздуха населенных мест - это	1. Концентрация вредного вещества, не вызывающая у работающих при ежедневном вдыхании в течение 8 часов за всё время рабочего стажа каких-либо заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. 2. Концентрация вредного вещества, не вызывающая рефлекторных реакций в организме 3. Концентрация вредного вещества, не оказывающая прямого или косвенного воздействия на организм человека в условиях неопределенно долгого круглосуточного дыхания.
13.	В каких зданиях наблюдается наименьший гамма-фон (до 0,5 мГр/г)?	1. Деревянных 2. Железобетонных 3. Кирпичных
14.	Поглощенная доза облучения – это ...	1. Энергия ионизирующего излучения, переданная единице массы облучаемого вещества 2. Уменьшение числа ядер за определенный интервал времени 3. Мера ионизирующего излучения 4. Коэффициент качества

		ионизирующего излучения в данном объеме биологической ткани
15.	Какие из естественных источников могут вызывать не только локальные, но и глобальное загрязнение атмосферы Земли?	1. Пыльные бури 2. Извержения вулканов 3. Лесные пожары 4. Выветривание 5. Разложение живых организмов

Занятие 9

УПРАВЛЕНИЕ ЭКОСИСТЕМАМИ. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В ГОРОДЕ

1.	Систему длительных наблюдений за состоянием окружающей среды и процессами, происходящими в экосистемах и биосфере, называют	1. Экологическим моделированием 2. Природной модификацией 3. Экологическим мониторингом 4. Экологическим менеджментом
2.	Максимально-разовая ПДК для воздуха населенных мест	1. Концентрация вредного вещества, не вызывающая рефлекторных реакций в организме 2. Концентрация вредного вещества, не оказывающая прямого или косвенного воздействия на организм человека в условиях неопределенно долгого круглосуточного дыхания. 3. Такое содержание вредного вещества в окружающей среде, которое при постоянном контакте или при воздействии за определенный промежуток времени практически не влияет на здоровье человека и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства
3.	Главные функции зеленых насаждений на урбанизированных территориях	1. Санитарно-гигиеническая 2. Рекреационная 3. Эстетическая 4. Концентрационная 5. Все перечисленные
4.	Какой концентрации может достигать СО в автомобильных пробках?	1. 0,2мг% 2. 10мг% 3. 100мг%

		4. 300мг%
5.	Главным поставщиком загрязняющих веществ в водные объекты в городах выступает	1. Жилищно-коммунальное хозяйство 2. Строительство 3. Приборостроение 4. Тяжелая промышленность
6.	Самым мощным загрязнителем сточными водами природных водных объектов является	6. Гомель 7. Минск 8. Могилев 9. Новополоцк
7.	Основной вклад в загрязнение воздуха городов вносят	1. Передвижные источники 2. Стационарные источники
8.	В качестве фоновых используются средние значения содержания химических веществ в почвах	1. Березинского биосферного заповедника 2. Национального парка «Беловежская Пуща» 3. Браславского района 4. Полесского радиационного заповедника
9.	Факторы, способствующие увеличению биологического загрязнения в городах	1. Наличие свалок 2. Вывешивание скворечников 3. Несвоевременная уборка бытовых отходов 4. Безответственное отношение к домашним животным
10.	Норма накопления ТБО в современном городе составляет	250 кг/чел в год 300 700 1200
11.	Загрязненность атмосферы большинства городов Беларуси определяется	1. Формальдегидом 2. Диоксидом серы 3. Взвешенными веществами 4. Оксидом углерода 5. Фенолом
12.	Уровень загрязнения воздуха считается высоким при ИЗА	1. Менее 5 2. От 5 до 6 3. От 7 до 13 4. Равен или более 14
13.	Медико-экологические характеристики Минска как высоконагруженного промышленного центра	1. Уровень общей заболеваемости выше общереспубликанского в 1,3 2. Уровень шума на основных магистралях 53 - 83 дБА 3. Разовые концентрации аммиака и формальдегида достигают 5 - 7 ПДК

		4. «Острова тепла» в центре 5. Группы детей «повышенного экологического риска»
14.	Экологический фактор, определяющий состояние здоровья людей, наиболее значимый для городов республики	1. Загрязнение почвы 2. Загрязнение вод 3. Загрязнение атмосферного воздуха 4. Электромагнитное загрязнение
15.	НСМОС - Национальная система мониторинга окружающей среды РБ включает	1. Медицинский мониторинг 2. Глобальный 3. Мониторинг окружающей среды 4. Биологический мониторинг 5. Импактный мониторинг
16.	В городах развитие многих сердечно-сосудистых и нервных заболеваний провоцирует	1. Шум 2. Низкочастотные электрические поля 3. Магнитные поля 4.

Занятие 10

ПУТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ АНТРОПИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПРИРОДУ И ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ.

5.	Разведанные в настоящее время запасы минерально-сырьевых ресурсов Беларуси позволяют полностью обеспечить потребность страны в	1. Калийных и поваренных солях 2. Доломитовом, известковом и цементном сырье 3. Драгоценных металлах 4. Керамических и тугоплавких глинах 5. Торфе и нефти 6. Пресных и минеральных подземных водах
6.	На территории национального парка запрещается	1. Разработка полезных ископаемых 2. Изменение гидрологического режима 3. Размещение дачных участков 4. Рубки леса главного пользования 5. Организация туристских стоянок и разведение костров за пределами специально предусмотренных для этого мест 6. Все указанные виды деятельности
7.	Для достижения экологической устойчивости земель Беларуси площадь особо охраняемых природных территорий	1. 5 %; 2. 8 %; 3. 10 %; 4. 12 %.

	должна составлять не менее	
8.	Количество ТБО, ежегодно образующихся в Беларуси	1. 2,5 млн. т 2. 5,0 млн. т 3. 10 млн. т 4. 25 млн. т 5. 30 млн. т
9.	Уровень использования промышленных отходов в Беларуси составляет около	1. 10 % 2. 15 % 3. 20 % 4. 30 %
10.	К промысловым видам фауны Беларуси относится	1. Гадюка обыкновенная 2. Жаба серая 3. Виноградная улитка 4. Обыкновенная квакша 5. Краснобрюхая жерлянка
11.	Наиболее высоким естественным плодородием на территории Беларуси обладают	1. Дерново-подзолистые почвы 2. Аллювиальные 3. Дерновые и дерново-карбонатные 4. Торфяно-болотные почвы
12.	Основными экономическими рычагами для управления природопользованием в РБ являются	1. Экологическая экспертиза 2. Льготное кредитование природоохранной деятельности 3. Взимание налогов за использование природных ресурсов, размещение отходов и другие виды вредного воздействия на окружающую среду 4. Возмещение вреда, причиненного окружающей среде
13.	Республиканским органом государственного управления в области рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды является	1. Местные органы власти 2. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды РБ 3. Национальное собрание РБ 4. Совет Министров РБ
14.	Первый заповедник, сформированный на территории Беларуси	1. Березинский 2. Полесский радиационно-экологический 3. Беловежская пуща 4. Припятский
15.	Доля трансграничной серы в выпадениях на территории	1. 24 - 26% 2. 38 - 65%

	нашей республики составляет	3. 84 - 86% 4. 90 - 98%
16.	Сколько видов лекарственных растений заготавливается в сосновых лесах Беларуси?	1. 20 2. 30 3. 60 4. 100
17.	Верховые болота являются национальным достоянием страны, важность которых определяется свойствами	1. Ресурсоохранными (сохранение биологического разнообразия) 2. Лечебными 3. Водохозяйственными 4. рекреационными
18.	Охраняемая территория РБ, включенная в список всемирного культурного наследия ЮНЕСКО	1. Березинский биосферный заповедник 2. Национальный парк «Беловежская пуща» 3. Национальный парк «Припятский» 4. Национальный парк «Браславские озера»
19.	К I категории (CR) – наивысшей национальной природоохранной значимости Красной книги РБ относятся	1. Норка европейская 2. Беркут 3. Шалфей луговой 4. Атлантический лосось 5. Пихта белая

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Кузнецова Н.П. Основы экологии и охрана природы. Курс лекций. – Витебск: изд-во ВГМУ, 2006. – 172 с.
2. Радкевич В.А. Экология. – Мн.: Вышэйшая школа, 1997. – 159 с.

Дополнительная:

3. Балашенко С.А., Демичев Д.Н. Экологическое право. – Мн.: Ураджай, 2000. – 415 с.
4. Бигон М., Харпер Дж., Таусенд К. Экология. Особи, популяції і сообщества: в 2-х т. – М.: Мир, 1989. – 667 и 477 с.
5. Галай Е. И. Использование природных ресурсов и охрана природы. – Мн.: Амалфея, 2007. – 230 с.
6. Классификатор отходов, образующихся в РБ. – Мн.: Мин. ресурсов и охраны окружающей среды РБ, 2002. – 54 с.
7. Глобальные природоохранные Конвенции: опыт осуществления в РБ / Под ред. Подоляко В.М., Савченко В.В. – Мн.: 2012. – 126 с.
8. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск: БелЭН, 2004. – 320 с.
9. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Минск: БелЭН, 2005. – 456с.
10. Масловский, О.М., Ярошевич, Е.Н. Экологические проблемы Беларуси. – Мн.: Технология, 2006. – 63 с.
11. Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / Под общей редакцией С. И. Кузьмина, В. В. Савченко. – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2011. – 308 с.
12. Одум Ю. Экология: в 2 т. – М., 1986. – 328 с. и 376 с.
13. Природные ресурсы РБ, их использование и охрана. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 31 с.
14. Природоохранная деятельность в РБ. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 23с.
15. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2010 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2011. – 324 с.
16. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. и др. Экологические проблемы городов Беларуси и пути их решения. – Мн.: ОДО «ЛЮРАНЖ-2», 2001. – 44 с.
17. <http://ecoinfoby.net> - сайт Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС);
18. <http://www.belnic.ecoinfoby.net> - сайт РУП "Бел НИЦ "Экология"
19. <http://minpriroda.by/>

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Балашенко С.А., Демичев Д.Н. Экологическое право. – Мн.: Ураджай, 2000. – 415 с.
2. Бамбалов Н.Н., Ракович В.А. Озерно-болотные комплексы Белорусского Поозерья // Проблемы сохран. биол. разн. Беларуси: Тез. докл. междунаучно-практ. конф. – Мн., 1993. – С. 41- 42.
3. Башкинцева О.Ф., Дудко Г.В., Скрипачева О.Н., Яцухно В.М. Принципы формирования и зонирования национальных парков. Обзорная информация. – Мн.: «БЕЛНИЦ Экология», 2004. – 50 с.
4. Белый О.А., Зимберглейт М.А. и др. Методы обезвреживания и уничтожения непригодных пестицидов. Обзорная информация. – Мн.: БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ, 2003. – 61 с.
5. Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции и сообщества: В 2-х т. – М.: Мир, 1989. – 667 с. и 477 с.
6. Вальтер Г. Общая геоботаника. – М.: Мир, 1982. – 264 с.
7. Галай Е. И. Использование природных ресурсов и охрана природы. – Мн.: Амалфея, 2007. – 230 с.
8. Галковская Г.А. Основы популяционной экологии. – Мн.: Лексис, 2001. – 196 с.
9. Гельтман В.С. Географический и типологический анализ лесной растительности Белоруссии. – Мн.: Наука и техника, 1982.- 326 с.
10. Глобальные природоохранные Конвенции: опыт осуществления в РБ/ Под ред. Подоляко В.М., Савченко В.В. – Мн.: 2012. –126 с.
11. Гудериан Р. Загрязнение воздушной среды. – М.: Мир, 1979. – 200 с.
12. Дажо Р. Основы экологии. – М.: Прогресс, 1975. – 415 с.
13. Дорофеев А. М. История формирования Сети особо охраняемых природных территорий Витебской области: XX ст.- ПХ (55) региональная научно-практическая конференция препод, науч. сотр., аспирант. и студ. ун-та. УО ВГУ им. П. М. Машерова. - Витебск: 2008. - С. 348-349.
14. Доскин В.А., Куинджи Н.Н. Биологические ритмы растущего организма. – М.: Медицина, 1989. – 221.
15. Животный мир в зоне аварии Чернобыльской АЭС. / Под ред. Сущени Л.М., Пикулика М.М., Пленина А.Е. – Мн.: Навука і тэхніка, 1995. – 263 с.
16. Забелин С. Весь мир мне дом. – Мн.: БелСоЭС «Чернобыль», 2002. – 144 с.
17. Калинин М.Ю., Волчек А.А. Водные ресурсы Витебской области. – Мн.: ООО «Белсэнс», 2004. – 144 с.
18. Касьяненко И.И., Бракович И.С., Жалейко Г.А. Актуальные научно-технические разработки белорусских ученых по проблемам

- природопользования и охраны окружающей среды. Обзорная информация. – Мн.: «БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ», 2002. – 64 с.
- 19.Классификатор отходов, образующихся в РБ. – Мн.: Мин. ресурсов и охраны окружающей среды РБ, 2002. – 54 с.
 - 20.Клауснитцер Б. Экология городской фауны. – М.: Мир, 1990. – 246 с.
 - 21.Концепция образования в области окружающей среды. Республиканская программа совершенствования образования в области окружающей среды. – Мн.: НИО, 2001. – 52 с.
 - 22.Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных. – Минск: БелЭН, 2004. – 320 с.
 - 23.Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений. – Минск: БелЭН, 2005. – 456 с.
 - 24.Криволуцкий Д.А. Современные представления о жизненных формах животных // Экология. –1971. – № 3. – С. 19 - 25.
 - 25.Кудельский А.В., Пашкевич А.А. Радиоактивное загрязнение и прогноз состояния природных вод Беларуси // Природные ресурсы. – 1997. – №4. – С. 41 - 52.
 - 26.Лиштван И.И., Косьяненко И.И. О проекте государственной научно-технической программы по охране окружающей среды и проблемам природопользования на 2006-2010 годы // Природные ресурсы. – 2004. – № 3. – С. 112 - 113.
 - 27.Логинов В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия. – Мн.: Тетра Системс, 2008. – 496 с.
 - 28.Люцко А.М. и др. Выжить после Чернобыля. – Мн.: Выш. шк., 1990. – 109 с.
 - 29.Маврищев В. Основы экологии. – Мн.: Интерпрессервис. – 2005.
 - 30.Майснер А.Д. Жизнь растений в неблагоприятных условиях. – Мн.: Выш. Школа, 1981. – 96 с.
 - 31.Мартинес П.М., Яковенко А.В. Опыт природоохранной деятельности в зарубежных странах. Экспресс-информация. – Мн.: ОДО «ЛЮРАНЖ-2», 2001. – 32 с.
 - 32.Мартинес П.М., Яковенко А.В. Опыт природоохранной деятельности в зарубежных странах. Экспресс-информация – Мн.: «БЕЛНИЦ Экология», 2002. – 56 с.
 - 33.Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Хараничева Г.Т. и др. Ландшафты Белоруссии. – Мн.: Университетское, 1989. – 239 с.
 - 34.Масловский, О.М., Ярошевич, Е.Н. Экологические проблемы Беларуси. – Мн.: Технология, 2006. – 63 с.
 - 35.Матвеев А.В, Курский Б.Н, Левицкий Р.И. Рельеф Белоруссии. – Мн.: Университетское, 1988. – 319 с.

- 36.Международная научно-практич. конференция по устойчивому развитию. Минск, 27-28 мая 2004 г. // Докл. на плен.засед. – Мн.: ЗАО «Юникап», 2004. – 111 с.
- 37.Мержвинский Л.М. Современный растительный покров Белорусского Поозерья. – Витебск: ВГУ им. П.М. Машерова, 2001. – 56 с.
- 38.Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2010 / Под общей редакцией С. И. Кузьмина, В. В. Савченко. – Минск, «Бел НИЦ «Экология». – 2011. – 308 с.
- 39.Национальная стратегия и план действий по сохранению и устойчивому использованию биологического разнообразия РБ. Минприроды РБ. – Мн.: Центр “Конкордия”, 1997. – 42 с.
- 40.Национальная стратегия развития и управления системой природо-охранных территорий до 1. 01.2015 г. – Мн., 2007. – 104 с.
- 41.Национальный план действий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды Республики Беларусь на 2006-2010 гг. – Минск: РУП «БелНИЦ «Экология», 2006. – 124 с.
- 42.Новиков Г.А. Очерк истории экологии животных. – Л-д: Наука, 1980. – 286 с.
- 43.Нормативно-правовая база охраны окружающей среды в РБ. Обзорная информация. – Мн.: БелНИЦ «Экология», 1997. – 42 с.
- 44.Объединять для развития. Итоги программы малых грантов «Укрепление позиций обществ. орг. РБ в принятии экологически значимых решений». – Мн.: ЗАО «Юникап», 2003. – 48 с.
- 45.Одум Ю. Экология : в 2 т. / Ю. Одум. – М., 1986. – Т. 1. – 328 с.
- 46.Одум Ю. Экология : в 2 т. / Ю. Одум. – М., 1986. – Т. 2. – 376 с.
- 47.Охрана ландшафтов. Толковый словарь. – М.: Прогресс, 1982. – 272 с.
- 48.Парфенов В.И. Проблемы использования и охраны растительного мира Белоруссии. – Мн.: Наука и техника, 1982.
- 49.Пикулик М.М., Никифиров М.Е. Важнейшие проблемы сохранения, изучения и использования биоразнообразия животного мира Беларуси // Пробл. сохран. биол. разнобр. Беларуси.: Тез. докл. междун. научно-практ. конф., Минск, октябрь 1993. – Мн., 1993. – С.18 - 20.
- 50.Природная среда Беларуси: Монография / Под ред. В.Ф. Логинова; НАН Беларуси. Ин-т пробл. Использования природ. Ресурсов и экологии: - Мн.: НОООО «БИП-С», 2002. – 424с.
- 51.Природная среда в Республике Беларусь: состояние и проблемы. Справочно-статистический сборник. – Мн.: Минприроды РБ, 2007. – 135 с.
- 52.Природные ресурсы РБ, их использование и охрана. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 31 с.

53. Природоохранная деятельность в РБ. – Мн.: Минприроды РБ, 2003. – 23с.
54. Радкевич В.А. Экология листогрызущих насекомых. – Мн.: Наука и техника, 1980. – 240 с.
55. Радкевич В.А. Экология. – Минск: Вышэйшая школа, 1998 – 159 с.
56. Разумовский С. М. Закономерности динамики биоценозов. – М.: Наука, 1981. – 231с.
57. Региональные проблемы экологии: пути решения. Матер. II международного экологического симпозиума. Полоцк, 2-3 сент. 2005 г. – Полоцк: 2005. – 60 с.
58. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. – М.: Наука, 1982. – 144 с.
59. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл., 2010 год / под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2011. – 324 с.
60. Троян П. Экологическая биоклиматология. – М.: Высш. шк., 1988. – 207с.
61. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 327 с.
62. Хоружик Л.И. Охрана окружающей среды в Республике Беларусь: проблемы и перспективы: обзорная информация. – Мн.: «БЕЛНИЦ ЭКОЛОГИЯ», 2003.
63. Челноков А.А., Ющенко Л.Ф. и др. Экологические проблемы городов Беларуси и пути их решения. – Мн.: ОДО «ЛОРАНЖ-2», 2001. – 44 с.
64. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология: учебник для студентов педагогических вузов. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
65. Шилов И.А. Экология: учебник для биол. и мед. спец. вузов. – М.: Высш. шк., 2003. – 512 с.
66. Экономические инструменты природопользования. Обзорная информация. – Мн.: «БЕЛНИЦ Экология», 2002. – 36 с.
67. Юркевич И.Д., Голод Д.С., Адериho В.С. Растительность Белоруссии, её картографирование, охрана и использование. Мн.: Наука и техника, 1979. – 248 с.
68. Яковлев. Г.П. Челомбитько В.А. Ботаника. – М.: Высш. шк., 1990. – 367с.
69. Якушко О.Ф. Основы геоморфологии. – Мн.: Вышэйшая школа, 1986. – 302 с.
70. <http://ecoinfoby.net> - сайт Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь (НСМОС);
71. <http://www.belnic.ecoinfoby.net> - сайт РУП "Бел НИЦ "Экология"
72. <http://hbc.bas-net.by/plantae/> - сайт "Растения Беларуси"
73. <http://www.ptushki.org> - сайт ОО "Ахова птушак Бацькаўшчыны"

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр
Введение	3
Занятие 1 Экология и охрана природы. Основные закономерности действия экологических факторов.	5
Занятие 2 Важнейшие абиотические факторы и их влияние на накопление БАВ.	20
Занятие 3 Основные среды жизни. Почва.	35
Занятие 4 Демэкология. Возобновление популяций лекарственных растений. Рациональное использование растительных ресурсов.	47
Занятие 5 Биотические факторы. Динамика биогеоценозов.	59
Занятие 6 Коллоквиум по темам: «Экология и охрана природы». «Важнейшие абиотические факторы». «Биотические факторы». «Основные среды жизни». «Демэкология». «Динамика экосистем».	74
Занятие 7 Экологическая безопасность и устойчивое развитие.	76
Занятие 8 Загрязнение окружающей среды. Влияние на окружающую среду фармацевтических учреждений	92
Занятие 9 Управление экосистемами. Экологический мониторинг в городе (экологический тренажер «Город»).	115
Занятие 10 Пути предотвращения негативных последствий антропоического воздействия на природу и здоровье людей.	126
Занятие 11 Зачет	139
Тесты для самоконтроля	140
Рекомендуемая литература	160
Использованные источники информации	161

Учебное издание

Кузнецова Наталья Петровна

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНА ПРИРОДЫ

Учебно-методический комплекс

Редактор Кузнецова Н.П.
Технический редактор И.А. Борисов
Компьютерная верстка Н.П. Кузнецова
Корректор Н.П. Кузнецова

Подписано в печать _____ Формат 64х84 1\16.
Бумага типографская № 2. Ризография. Усл. печ. л. _____
Уч.- изд. л. _____ Тираж _____ экз. Заказ № _____
Издатель и полиграфическое исполнение УО «Витебский государственный
медицинский университет»
ЛИ № 02330/0549444 от 8.04.09.

Пр-т Фрунзе, 27, 210023, г. Витебск